

525,329

Rec'd PCT/PTO 2004

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年3月4日 (04.03.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/019664 A1(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H05K 1/03, 1/02, 3/00, 3/26, 3/42, 3/46

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/010687

(22) 国際出願日: 2003年8月25日 (25.08.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2002-244216 2002年8月23日 (23.08.2002) JP  
特願2003-290912 2003年8月8日 (08.08.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本ゼオン株式会社 (NIPPON ZEON CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-8323 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tokyo (JP).

(71) 出願人 および

(72) 発明者: 大見 忠弘 (OHMI, Tadahiro) [JP/JP]; 〒980-0813 宮城県仙台市青葉区米ヶ袋2丁目1-17-301 Miyagi (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 須川 成利 (SUGAWA, Shigetoshi) [JP/JP]; 〒980-8579 宮城県仙台市青

葉区荒巻字青葉05 東北大学内 Miyagi (JP). 森本 明大 (MORIMOTO, Akihiro) [JP/JP]; 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉04 東北大学内 Miyagi (JP). 加藤 文佳 (KATO, Takeyoshi) [JP/JP]; 〒100-8323 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本ゼオン株式会社内 Tokyo (JP). 脇坂 康尋 (WAKIZAKA, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒100-8323 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 日本ゼオン株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 後藤 洋介, 外 (GOTO, Yosuke et al.); 〒105-0003 東京都港区西新橋1丁目4番10号 第三森ビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

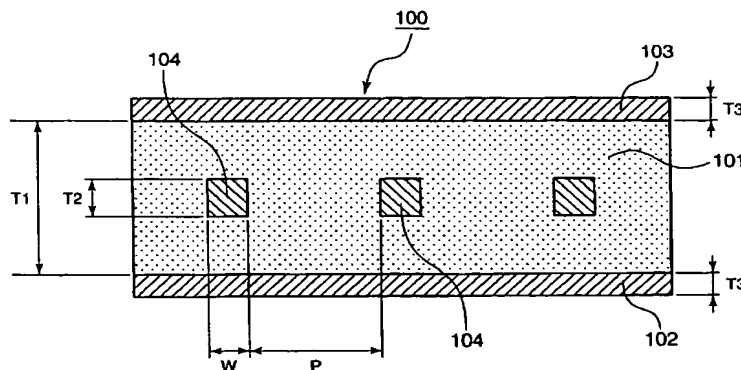
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: CIRCUIT BOARD, ELECTRONIC APPARATUS EMPLOYING CIRCUIT BOARD, AND PROCESS FOR PRODUCING CIRCUIT BOARD

(54) 発明の名称: 回路基板、回路基板を用いた電子機器、及び回路基板の製造方法

(57) Abstract: A circuit board (100) having an insulator layer and a conductor (104) buried in the insulator layer, wherein the insulator layer has a first insulator (101) satisfying a relation  $\mu r \geq \epsilon r$ , assuming  $\epsilon r$  is the dielectric constant and  $\mu r$  is the relative permeability, and the conductor is substantially surrounded by the first insulator.

[続葉有]

WO 2004/019664 A1



---

(57) 要約:

絶縁体層と該絶縁体層の内部に埋め込まれた導体(104)とを有する回路基板(100)において、前記絶縁体層は、比誘電率を $\epsilon_r$ とし、比透磁率を $\mu_r$ とした場合に、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ の関係を満足する第1絶縁体(101)を有し、該第1絶縁体によって前記導体を実質的に囲まれている。

## 明 細 書

## 回路基板、回路基板を用いた電子機器、及び回路基板の製造方法

## 技術分野

本発明は、たとえば高周波用プリント配線基板などとして用いられる回路基板に係り、さらに詳しくは、低消費電流で、クロストークおよび放射ノイズの抑制機能に優れ、配線を伝搬する信号の品質向上を図ることができる回路基板に関する。本発明は、また、回路基板を用いた電子機器及び回路基板の製造方法に関する。

## 背景技術

高周波信号伝送線路として広く用いられているマイクロストリップ線路やストリップ線路などは、プリント配線基板などの回路基板上に作成され、携帯電話やパーソナルコンピュータ、家電機器などの様々な電子機器に用いられている。

上述の信号伝送線路の特性インピーダンスは、通常、 $50\Omega$ のものをを用いることが一般的である。

さらに、LSI (Large Scale Integrated) 回路などの能動素子から、この $50\Omega$ 系の配線に十分な信号を供給するために、例えばLSI回路の入出力部にはバッファ回路が形成され、このバッファ回路によって大電流を発生させることによって、この $50\Omega$ 系の配線を駆動している。

このようなプリント配線基板などの回路基板上に形成された信号伝送線路は、一般的に特性インピーダンスが $50\Omega$ と低いため、該伝送線路上に信号を伝播させるために大電流を流す必要があり、バッファ回路が大型化し、消費電力が増大する問題が生じていた。

たとえば、伝送線路に $1V$ の信号を伝播させる場合、オームの法則にしたがって、 $I = V / Z = 20\text{mA}$  ( $I$  : 電流、 $V$  : 電圧、 $Z$  : 特性インピーダンス) の電流を流す必要がある。特に携帯電話などの携帯機器においては、大電流を流すことが電池寿命の低下を招くなど、深刻な問題となっていた。

上述の問題を解決する手法として、伝送線路の特性インピーダンスを高め、該伝送線路に流れる電流を低減する手法があるが、通常の伝送線路の特性インピーダンスは200ないし300Ω程度が上限であり、十分な低消費電力化効果が得られないという課題があった。

この様子を図1を用いて説明する。図1は、マイクロストリップ線路における配線幅 $W$ と特性インピーダンス $Z$ の関係を表した特性図であり、配線と接地金属層との間に存在する厚み $h = 100\ \mu\text{m}$ の誘電体の比誘電率 $\epsilon_r$ をパラメータとしてプロットしている。なお、配線の厚み $t$ は $10\ \mu\text{m}$ である。

図1に示すように、配線幅 $W$ を小さくすることで特性インピーダンスが上昇するが、200Ωから300Ω程度で飽和し、上昇しなくなることがわかる。均一媒質中を電磁波が進行する際の特性インピーダンス（固有インピーダンス） $Z$ は、 $\mu$ を前記媒質の透磁率、 $\epsilon$ を前記媒質の誘電率とすると、 $Z = (\mu / \epsilon)^{1/2}$ で表されるが、樹脂などの一般的な誘電体の場合、比誘電率 $\epsilon$ は2～4程度、比透磁率 $\mu$ は1程度であるので、比誘電率が2の場合、特性インピーダンスは267Ω、比誘電率が4の場合には188Ωが理論限界となる。比誘電率が1の樹脂を実現したとしても、特性インピーダンスの理論限界は377Ωとなる。したがって、単純に従来の延長により特性インピーダンスを大きくし、消費電力を低減するには限界が生じていた。

このことを比誘電率 $\epsilon_r$ と比透磁率 $\mu_r$ とを用いて説明すれば、従来から用いられている一般的な誘電体においては、 $\mu_r$ （約1） $< \epsilon_r$ であるため、固有インピーダンスは、真空中の固有インピーダンス（377Ω）よりも大きくなることはない。

さらに、プリント基板を小型化するために、上述のプリント配線基板上に形成される配線は、隣接配線との距離が小さくなることによってクロストークが増えるといった問題を生じていた。

上述したように、携帯電話やパーソナルコンピュータ、家電機器などの電子機器は、LSI (Large Scale Integrated) 回路や周辺部品とそれらを集積して相互に配線するための回路基板とからなる。

回路基板は、様々な電子回路の要求に応えるため、複数の配線層が絶縁体層を

介して形成されたものが一般的である。

複数の配線層同士は、絶縁体層に、ビアホールやスルーホールと呼ばれる接続孔を形成し、該接続孔内に配線めっき工程などで形成した電氣的接続体を介して電氣的に接続されている。

このような接続孔は、レーザ加工やドリル加工で形成されることが一般的である。

レーザ加工の場合は、絶縁体層を構成する樹脂の吸収波長帯である発光を生じる炭酸ガスレーザを用い、加工部分の温度を局所的に300℃以上とすることで、熱的に樹脂を分解、蒸発し形成していた。

上述のように、一般に回路基板においては、異なる配線層同士をビアホールやスルーホールといった接続孔で電氣的に接続して形成する多層配線構造が必要である。

従来より接続孔の加工の主流は炭酸ガスレーザーであるが、この方法では、熱的に樹脂を熔融・蒸発させて孔を開けるため、開口部の形状が著しく悪化する問題を生じてしまっていた。

#### 発明の開示

本発明の第1の目的は、これらの問題を解決し、従来200Ω程度が上限であった信号伝送線路の特性インピーダンスを、300Ω以上、好ましくは500Ω以上まで高め、プリント配線基板などの回路基板を含むLSIシステム全体の消費電力を減じることにある。本発明の第2の目的は、隣接配線とのクロストークや放射ノイズを抑制せしめ、配線を伝播する信号の信号品質を向上させることにある。

また、本発明の第3の目的は、電子機器において必要不可欠な多層配線基板としての回路基板を提供することにある。

(A) 上記第1及び上記第2の目的を達成するために、本発明は以下の構成を有する。

すなわち、本発明に係る回路基板は、絶縁体層の内部に導体（配線）が埋め込まれている回路基板において、比誘電率を $\epsilon_r$ とし、比透磁率を $\mu_r$ とした場合

に、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ の関係を満足する第1絶縁体（すなわち、固有インピーダンス $Z$ が $377\Omega$ 以上の磁性誘電体）で前記導体（配線）が実質的に囲まれていることを特徴とする。導体（配線）が第1絶縁体（磁性誘電体）で実質的に囲まれているため、導体（配線）の周囲に発生した磁界を、導体（配線）を取り囲む第1絶縁体（磁性誘電体）内に閉じ込めることができ、隣接する導体（配線）間のクロストークや放射ノイズを抑制せしめ、導体（配線）を伝播する信号品質を向上させることができる。

本発明では、前記導体が、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ の関係を満足しない第2絶縁体で実質的に囲まれており、その第2絶縁体の周囲を、前記第1絶縁体で実質的に囲んでも良い。あるいは、前記導体の少なくとも一部が、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ を満足しない第2絶縁体で実質的に囲まれており、その第2絶縁体の周囲を、前記導体の周囲と共に、前記第1絶縁体で実質的に囲んでも良い。

本発明において、「絶縁体」とは、JISC3005で測定した比抵抗が $1k\Omega\text{cm}$ 以上のものを言う。また、本発明において、「導体」とは、JISC3005で測定した比抵抗が $1k\Omega\text{cm}$ 未満のものを言い、配線や回路を含む概念で用いる。導体の断面（長さ方向に垂直な断面）形状は、矩形に限らず、円形、楕円形、その他の形状であっても良い。また、絶縁体の断面形状も特に限定されない。

また、本発明において、「実質的に囲む」とは、その一部において、囲んでない部分があっても実効的な透磁率および誘電率が所望の値を満たせば良いという趣旨である。

本発明において、絶縁体の比誘電率 $\epsilon_r$ および比透磁率 $\mu_r$ は、導体を取り囲む絶縁体の構造に係わらず、導体を伝搬する電磁波に影響する実効誘電率および実効透磁率で評価する。実効誘電率または実効透磁率を測定する方法としては、実際に配線を伝搬する電磁波を計測して、誘電率および透磁率を決定するトリプレートライン共振器法などを用いて計測することができる。

本発明の回路基板によれば、導体間の絶縁材料として、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ を満足する第1絶縁体を用いているため、固有インピーダンスを $377\Omega$ 程度以上に高めることができる。このため、従来の $\mu_r < \epsilon_r$ なる絶縁材料を用いている回路基板

に比較して、消費電流を各段に低減することができる。これによって、LSI回路やプリント配線基板を含むLSIシステム全体の消費電力を低減することができる。

本発明において、好ましくは、前記絶縁体層の内部には、所定数 $N$  ( $N$ は2以上の整数)の前記導体が埋め込まれており、前記所定数 $N$ の前記導体は、それぞれ、所定数 $N$ の前記第1絶縁体によって実質的に囲まれており、前記所定数 $N$ の前記第1絶縁体は、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ の関係を満足しない第2絶縁体によって相互間を仕切られている。すなわち、それぞれの前記導体を実質的に囲む前記第1絶縁体が、それぞれの前記導体毎に、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ を満足しない第2絶縁体で仕切られている。この発明の場合には、配線などの導体の周囲に発生した磁界を、導体を取り囲む第1絶縁体内に閉じ込めることができ、隣接する配線などの導体間のクロストークや放射ノイズを抑制せしめ、配線などの導体を伝播する信号の信号品質を向上させることができる。

本発明において、好ましくは、前記第1絶縁体は、無機物に磁性体を混合して形成されたものである。無機物内に磁性体 ( $\mu_r > 1$ ) を混合することにより、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ を満足する第1絶縁体を容易に実現することができる。無機物としては、シリカ、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化シリコン、BST (チタン酸バリウムストロンチウム) などのセラミックス、またはSOG (スピンオンガラス) を用いることができる。SOG液は、膜となるシロキサン成分と溶媒としてのアルコール成分などから調整される。この溶液をスピンコート法により基板上に塗布し、熱処理で溶媒などを蒸発させ、膜を硬化するとSOG絶縁膜が形成される。SOGとは、これら溶液と形成される膜の総称である。SOGは、シロキサンの構造により、シリカガラス、アルキルシロキサンポリマー、アルキルシルセスキオキサンポリマー (MSQ)、水素化シルセスキオキサンポリマー (HSQ)、水素化アルキルシルセスキオキサンポリマー (HOSP) に分類される。塗布材で分類すると、シリカガラスは第1世代無機SOG、アルキルシロキサンポリマーは第1世代有機SOG、HSQは第2世代無機SOG、MSQとHOSPは第2世代有機SOGになる。シリカ、アルミナ等は磁性体材料とコスパッター法による同時スパッタリングによって成膜するか、粉末を磁性体材料粉末とともにペー

スト状に混練してグリーンシートとしそれを乾燥し焼結させる方法によって第1絶縁体としてもよい。セラミックス材料を用いる場合も同様である。

あるいは、本発明では、第1絶縁体は、合成樹脂と磁性体とを含有してなるものであっても良い。この場合にも、合成樹脂内に磁性体 ( $\mu_r > 1$ ) を含有させることにより、 $\mu_r \geq \epsilon_r$  を満足する第1絶縁体を容易に実現することができる。

なお、第1絶縁体には、磁性体と合成樹脂の他に、硬化剤、硬化促進剤、難燃剤、軟質重合体、耐熱安定剤、耐候安定剤、老化防止剤、レベリング剤、帯電防止剤、スリップ剤、アンチブロッキング剤、防曇剤、滑剤、染料、顔料、天然油、合成油、ワックス、乳剤、充填剤、紫外線吸収剤などを含有させることができる。

本発明において、合成樹脂としては、特に限定されないが、たとえば、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエステル樹脂、フッ素樹脂、変性ポリフェニルエーテル樹脂、ビスマレイミド・トリアジン樹脂、変性ポリフェニレンオキサイド樹脂、ケイ素樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリエチレンナフタレート樹脂、ポリシクロオレフィン樹脂、ポリオレフィン樹脂、フロロカーボンポリマー、シアネートエステル樹脂、メラミン樹脂、及びアクリル樹脂などが例示される。

これらの樹脂は、代表的な磁性材料であるフェライト系材料に比べ低誘電率であるため、透磁率増加の効果を打ち消すことなくインピーダンス増加の効果を発揮することができる。誘電損失 ( $\tan \delta$ ) が小さく、水分や不要有機物の含有が少ない樹脂が好ましく、比誘電率が約2~3で、 $\tan \delta = 2 \times 10^{-4}$  で、ポリシクロオレフィン樹脂、ポリオレフィン樹脂、またはフロロカーボンポリマーが特に好ましい。

なお、本発明では、前記磁性体は、前述の無機物或いは樹脂中に微粒子 (粉末) として均一に分散させるのが好ましい。前記磁性体は、電気絶縁性のものでも、導電性のものでも良い。電気絶縁性の磁性体としては、特に限定されないが、Co、Ni、Mn、Zn等を含む金属酸化物磁性体が例示される。絶縁性の磁性体を含有させることで、回路基板を構成する第1絶縁体における渦電流損失が無視できるほどに小さくなり、回路基板の透磁率を上げることにのみ寄与する。なお、回路基板の渦電流損失を低減することができるため、数百MHz~1GHz程度



の高周波でも損失を抑制することができる。導電性の磁性体としては、Fe、Ni、Co、Cr等の金属磁性元素の単体又は合金の粉末が例示される。前記金属磁性元素の単体又は合金の粉末が、前述の無機物或いは樹脂中に分散させてあるために、第1絶縁体は全体として電気絶縁性が確保される。

本発明では、合成樹脂100重量部に対する磁性体の量は格別制限されないが、通常 $1/10^6 \sim 300$ 重量部の割合で、前記第1絶縁体に含有されている。磁性体の含有割合を上記範囲にすることで、本発明の作用効果が増大する。なお、磁性体の含有割合が低すぎると、前記第1絶縁体内の磁性体存在量が減少するため本発明の作用効果が少なくなり、逆に、高すぎると、均一な分散性が得られないなど、製造上の困難が生じる傾向にある。

このように本発明によれば、従来200Ω程度が上限であった信号伝送線路の特性インピーダンスを、300Ω以上、好ましくは500Ω以上まで高め、プリント配線基板などの回路基板を含むLSIシステム全体の消費電力を減じることができる。また、本発明によれば、隣接配線とのクロストークや放射ノイズを抑制せしめ、配線を伝播する信号の信号品質を向上させることができる。

(B) 上記第3の目的を達成するための本発明による、電子機器において必要不可欠な多層配線基板としての回路基板は、以下のとおりである。また、本発明による、それら回路基板を用いた電子機器と、本発明による回路基板の製造方法は、以下のとおりである。

(1) 互いに対向する第1及び第2の主表面を有する絶縁体層と、前記絶縁体層の前記第1及び前記第2の主表面に形成された第1及び第2の配線層とを有し、前記絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足することを特徴とする回路基板。

(2) 互いに対向する第1及び第2の主表面を有する絶縁体層と、前記絶縁体層の前記第1及び前記第2の主表面に形成された第1及び第2の配線層とを有し、前記絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足する回路基板を有することを特徴とする電子機器。

(3) 上記(2)項に記載の電子機器において、電池を有し、前記電池から

電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

(4) 上記(2)項に記載の電子機器において、電池を有し、商用電源から電源供給を受けずに前記電池から電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

(5) 上記(2)～(4)項のいずれかに記載の電子機器において、前記電子機器は携帯電話であることを特徴とする電子機器。

(6) 上記(2)～(4)項のいずれかに記載の電子機器において、前記電子機器はパーソナルコンピュータであることを特徴とする電子機器。

(7) 孔を有する絶縁体層を有し、該絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足する回路基板の製造方法において、

前記孔の内部を、純水に $O_3$ および $CO_2$ を添加することでpHを酸性に調整したオゾン含有酸性純水で超音波洗浄を行う工程と、

純水に $H_2$ および $NH_3$ を添加することでpHをアルカリ性に調整した水素含有添加アルカリ純水で超音波洗浄を行う工程とを有することを特徴とする回路基板の製造方法。

(8) 孔を有する絶縁体層を有し、該絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足する回路基板の製造方法において、

前記絶縁体層に前記孔を、波長400nm以下、もしくは700nm以上のレーザー光を用いて形成する工程を有することを特徴とする回路基板の製造方法。

(9) 互いに対向する第1及び第2の主表面を有し前記第1及び前記第2の主表面に垂直な孔を有する絶縁体層と、前記絶縁体層の前記第1及び前記第2の主表面に形成された第1及び第2の配線層とを有し、前記絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足し、前記孔の内面に、前記第1及び前記第2の配線層に接触した状態に、形成され、前記第1及び前記第2の配線層を電氣的に接続するための電氣的接続体を更に有することを特徴とする回路基板。

(10) 互いに対向する第1及び第2の主表面を有し前記第1及び前記第2

の主表面に垂直な孔を有する絶縁体層と、前記絶縁体層の前記第 1 及び前記第 2 の主表面に形成された第 1 及び第 2 の配線層とを有し、前記絶縁体層の比誘電率を  $\epsilon_r$ 、比透磁率を  $\mu_r$  としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が  $\epsilon_r \leq \mu_r$  の関係を満足し、前記孔の内面に、前記第 1 及び前記第 2 の配線層に接触した状態に、形成され、前記第 1 及び前記第 2 の配線層を電氣的に接続するための電氣的接続体を更に有する回路基板を有することを特徴とする電子機器。

(11) 上記(10)項に記載の電子機器において、電池を有し、前記電池から電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

(12) 上記(10)項に記載の電子機器において、電池を有し、商用電源から電源供給を受けずに前記電池から電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

(13) 上記(10)～(12)項のいずれかに記載の電子機器において、前記電子機器は携帯電話であることを特徴とする電子機器。

(14) 上記(10)～(12)項のいずれかに記載の電子機器において、前記電子機器はパーソナルコンピュータであることを特徴とする電子機器。

以降本発明において、 $\epsilon_r \leq \mu_r$  の関係を満足する絶縁体を磁性誘電体もしくは磁性誘電体部とよぶ。

本発明では、磁性誘電体を用いた回路基板を多層に形成できるため、多様な電子機器を、低消費電力に構成することが可能となる。一部の配線層に磁性誘電体を用いることで、磁性誘電体内部から磁場を漏洩することが減少し、低消費電力性を維持しながら、配線層間のクロストークを減少することができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は従来のマイクロストリップ線路の配線幅と特性インピーダンスの関係を示す特性図である。

図 2 は本発明のプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 3 A～D は本発明のプリント配線基板の作り方を示す断面図である。

図 4 は図 3 の作り方によって得られたプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 5 は本発明のプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 6 は本発明のプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 7 A および B は本発明のプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 8 は本発明のプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 9 は本発明のプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 10 は本発明のプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 11 は本発明のプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 12 は本発明のプリント配線基板の構造を示す断面図である。

図 13 A～C は図 11 のプリント配線基板の製造過程を示す断面図である。

図 14 は本発明の具体例および比較例におけるプリント配線基板にストリップ線路を構成した場合の、特性インピーダンスと配線幅との関係を示す特性図である。

図 15 は本発明の具体例におけるプリント配線基板にストリップ線路を構成した場合の、特性インピーダンスと比透磁率の関係を示す特性図である。

図 16 は本発明の具体例における第 1 絶縁体を用いたプリント配線基板に形成した伝送線路の特性インピーダンスと電力消費量と周波数の関係を示す特性図である。

図 17 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 18 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 19 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 20 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 21 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 22 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 2 3 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 2 4 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 2 5 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 2 6 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 2 7 は、本発明の第 1 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の断面図である。

図 2 8 は、本発明の第 2 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の断面図である。

図 2 9 は、本発明の第 3 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 3 0 は、本発明の第 3 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 3 1 は、本発明の第 3 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 3 2 は、本発明の第 3 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 3 3 は、本発明の第 3 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 3 4 は、本発明の第 3 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 3 5 は、本発明の第 3 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の製造工程の一ステップを示す断面図である。

図 3 6 は、本発明の第 3 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板の断面図である。

図 3 7 A 及び B は、本発明の第 4 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回

路基板の製造工程の一ステップの説明に使用する写真である。

図38は、本発明の実施例による多層回路基板を有する電子機器として携帯電話を示す図である。

図39は、本発明の実施例による多層回路基板を有する電子機器としてパーソナルコンピュータ（PC）を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

（A）次に、本発明のプリント配線基板を、図面に示す実施例に基づき説明する。

〔第1の実施例（プリント配線基板）〕

図2に示すように、本発明の一実施例に係る回路基板としてのプリント配線基板100は、第1絶縁体101を有する絶縁体層と、この絶縁体層の内部に埋め込まれた配線（導体）104とを有する。

具体的には、プリント配線基板100は、板状または膜状の第1絶縁体101と、その第1絶縁体101の下面に形成された第1導電膜102と、第1絶縁体101の上面に形成された第2導電膜103と、第1絶縁体101に内包されてなる複数の配線（導体）104と、を有する。本実施例の配線基板100は、たとえばストリップ線路のための基板として用いられる。

配線104の厚み $T_2$ は、特に限定されないが、配線基板100をストリップ線路として用いる場合には、信号周波数を $f$ 、配線104の導電率を $\sigma$ 、配線104の透磁率を $\mu_i$ としたときに電磁波の侵入の表皮深さ $\{1/(\pi f \mu_i \sigma)\}^{1/2}$ 以上であることが好ましい。配線104を囲む第1絶縁体101の厚み $T_1$ は特に限定されないが、配線104と第1導電膜102および第2導電膜103との距離 $a$ 、 $b$ のうち小さい方を $T'$ として、 $T' \geq \{1/(\pi f \mu_i \sigma)\}^{1/2}$ であることが好ましい。このようにすることで、信号のエネルギーを絶縁体中に集中することができ、配線における損失を低減することができる。配線104は、好ましくは、第1絶縁体101の厚み方向の略中央部に配置される。

配線104の幅 $W$ は、特に限定されないが、 $\{1/(\pi f \mu_i \sigma)\}^{1/2}$ 以上であることが好ましい。配線104の相互間の距離 $P$ は、各配線相互間で均一であ

っても不均一であっても良く、また特に限定されないが、好ましくは前記T' 以上の間隔であり、このようにすることで、隣接する配線間のクロストークを低減することができる。なお、第1絶縁体101の内部に埋め込まれる配線104の数は、特に限定されず、しかも、配線104は第1絶縁体101中の厚み方向に複層形成されても良く、また、101、102、103、104で構成される回路基板を複層形成してもよい。

第1絶縁体101の両面に形成される導電膜102および103の厚みT3は、特に限定されないが、 $\{1 / (\pi f \mu i \sigma)\}^{1/2}$ 以上であることが好ましい。

第1絶縁体101は、低誘電率の合成樹脂に微小な磁性体粉末を混合することにより得られる。微小な磁性体粉末は、磁区寸法に比べ十分小さく、たとえば数10nm程度、あるいはそれ以下の大きさである。磁性体粉末は、絶縁体であり、たとえばCo、Ni、Mn、Zn等を含む金属酸化物磁性体をガス中蒸発法、アトマイズ法、化学合成法などにより、磁区寸法よりも小さい、数10nm以下程度の大きさの球形状、扁平形状あるいは繊維形状に形成する。あるいは、磁性体粉末は、金属磁性体の微小粉末を形成し、それを酸化処理することによって得ても良い。

上記によって得られた微小な磁性体粉末を、合成樹脂中に混合して成型することで、図2に示す第1絶縁体101が得られる。合成樹脂材料としては、特に限定されず、先に例示されたものが挙げられる。

一般的に、磁性体はストークの限界により高周波になるほど透磁率が低下する。したがって、本実施例の回路基板を高周波用途に用いる場合には、第1絶縁体の101の誘電率は低い方が好ましい。合成樹脂は、代表的な磁性材料であるフェライト材料などに比べて低誘電率であるため、高周波領域においても、固有インピーダンス増加の効果を発揮することができる。この観点から、好ましい合成樹脂としては、前述したようなポリシクロオレフィン樹脂やポリオレフィン樹脂が特に好ましい。

導電膜102および103および配線104の材質は、導電性材料であれば特に限定されず、通常の配線材料、たとえば銅、金、銀、アルミニウムなどの金属材料を主成分とする材料などが用いられる。

配線 104 を第 1 絶縁体 101 の内部に埋め込むためには、たとえば以下のようにして行う。

図 3 A に示すように、まず、第 1 絶縁体 101 の下部絶縁層 101 a をシート状に成形する。その下部絶縁層 101 a の下面に、第 1 導電膜 102 を形成すると共に、下部絶縁層 101 a の上面に配線層 104 a を形成する。第 1 導電膜 102 および配線層 104 a は、たとえば Cu 膜をめっき法、スパッタ法、有機金属 CVD 法、Cu などの金属膜の接着法などにより形成することができる。

次に、図 3 B に示すように、配線層 104 a をフォトリソグラフィ法などによりパターンニングして、所望パターンの配線 104 を形成する。引き続き、図 3 C に示すように、配線 104 が形成された下部絶縁層 101 a の上に、上部絶縁層 101 b を積層する。上部絶縁層 101 b は、たとえば下部絶縁層 101 a と同様にしてシート上に成形され、下部絶縁層 101 a の上に、たとえばプレス法により張り合わされる。その後、図 3 D に示すように、上部絶縁層 101 b の上に第 2 導電膜 103 を、第 1 導電膜 102 と同様にして形成する。

なお、上部絶縁層 101 b は、たとえばスピンコート法や塗布法などで形成しても良い。たとえばキシレンなどの溶媒中に樹脂材料を含有させ、それに界面活性剤などによってフェライトなどの微小磁性材料を均一に分散させた溶液をスピンコート法などで下部絶縁層 101 a の上に塗布して焼成し、溶媒を蒸発させて固化させた上部絶縁層 101 b を形成しても良い。

このようにして得られた回路基板は、図 4 に示すように、第 1 絶縁体 101 を、下部絶縁層 101 a と上部絶縁層 101 b とで構成する。下部絶縁層 101 a と上部絶縁層 101 b とは、同一の材料により形成されたものであっても、異なる材料により形成されたものであっても良い。ただし、これらの絶縁層 101 a および 101 b は、双方ともに、 $\mu_r \geq \epsilon_r$  を満足することが好ましい。

また、少なくともいずれかの絶縁層は、LSI の製造過程において用いられる無機 SOG (Spin On Glass) の水素化シルセスキオサンポリマー (HSQ) などの無機物に微小磁性材料を混合して塗布・焼成することで形成しても良い。

本実施例の配線基板 100 によれば、導体間の絶縁材料として、 $\mu_r \geq \epsilon_r$  を満足する第 1 絶縁体 101 を用いているため、固有インピーダンスを  $377 \Omega$  程



度以上、好ましくは $300\Omega$ 以上、さらには $500\Omega$ 以上に高めることができ、これによって、プリント配線基板などの回路基板を含むLSIシステム全体の消費電力を低減することができる。

また、本実施例では、配線104が第1絶縁体101中に埋め込まれているため、配線104の周囲に発生した磁界を、配線を取り囲む第1絶縁体101内に閉じ込めることができ、隣接する配線104間のクロストークや放射ノイズを抑制せしめ、配線104を伝播する信号の信号品質を向上させることができる。

#### [第2の実施例（プリント配線基板）]

図5に示すように、本実施例では、配線104の周囲を、第2絶縁体105で囲み、さらにその周囲を、第1絶縁体101で囲んでいる以外は、前記第1実施例と同様な構成を有し、同様な作用効果が期待できる。

以下、各実施例では、前記第1実施例と共通する部材には、同一符号を付し、その説明を一部省略し、以下、相違点のみについて詳細に説明する。

本実施例では、配線104を囲む第2絶縁体105は、微小磁性材料を含まない通常の合成樹脂で構成してある。この第2絶縁体105は、 $\mu_r < \epsilon_r$ であり、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ を満足しない。この第2絶縁体105の厚みは、図2に示す配線104の相互間の距離Pの $1/2$ よりも小さければよく、 $1/3$ 以下であるのが好ましい。

また、この第2絶縁体105は、図6に示すように、必ずしも配線104の全周を覆う必要はなく、配線104の一部のみを覆っていても良い。

さらに、図7Aに示すように、第1絶縁体101は、配線104の全周を覆うことなく、配線104の一部106が第2絶縁体105で囲まれていても良い。また、図7Bに示すように、第1絶縁体101は、第1絶縁体101と配線104との間に第2絶縁体105を挟んだ状態で、配線104の一部106を除いて、囲むようにし、配線104の一部106は第2絶縁体105で囲まれていても良い。また、配線104の取り出し口では、スルーホール接続部などで配線104が第1絶縁体101で囲まれていない部分があっても良い。図7Aおよび図7Bに示すように、配線104の周囲で、第1絶縁体101で囲まれていない部分106の幅 $W_{2min}$ は、その幅 $W_{2min}$ と平行な方向の配線104の最大幅 $W_{1max}$

よりも狭いことが好ましい。

[第3の実施例 (プリント配線基板)]

図8に示すように、本実施例では、配線104の周囲を、球状の第1絶縁体201 (第1絶縁体101と形状が異なるのみ) が分散してある第1絶縁体205で囲んでいる以外は、前記第1実施例と同様な構成を有し、同様な作用効果が期待できる。

本実施例では、球状の第1絶縁体201が分散してある第1絶縁体205で配線104を囲んでおり、このことは、すなわち、配線 (導体) 104を第1絶縁体201で実質的に囲んでいることになる。

また、図9に示す実施例では、扁平形状の第1絶縁体301が分散してある第1絶縁体305で配線104を囲んでおり、このことは、すなわち、配線 (導体) 104を第1絶縁体301で実質的に囲んでいることになる。

さらに、図10に示す実施例では、繊維形状の第1絶縁体401が分散してある第1絶縁体405で配線104を囲んでおり、このことは、すなわち、配線 (導体) 104を第1絶縁体401で実質的に囲んでいることになる。

[第4の実施例 (プリント配線基板)]

図11に示すように、本実施例では、第1導電膜102と第2導電膜103との間に形成された板状または膜状の $\mu r \geq \epsilon r$ を満足する第1絶縁体501が、それぞれの配線104毎に、 $\mu r \geq \epsilon r$ を満足しない第2絶縁体505で仕切られている。

第1絶縁体501は、前記第1実施例の配線基板100における第1絶縁体101と同様な材質であり、同様にして製造される。第2絶縁体505は、通常の合成樹脂であり、磁性体粉末が分散されていない。

第1絶縁体501の幅 $W_4$ は、配線104の幅 $W$ よりも大きいことが必要であり、配線104が第1絶縁体501に実質的に囲まれていればよい。配線104は、第1絶縁体501の幅方向の略中央付近に配置されることが好ましい。第2絶縁体505の幅 $W_3$ は、幅 $W_4$ よりも小さくても良く、具体的には、0より大であり、配線104が第1絶縁体501に実質的に囲まれるように決定される。すなわち、図12に示すように、第2絶縁体505の最小幅 $W_{3min}$ は、第1絶

縁体 501 で配線 104 の周囲が囲まれていない部分 605 (第 2 絶縁体 505 と同じ材質) の最小幅  $W \geq 2 \text{ min}$  以上であればよい。

第 1 絶縁体 501 と第 2 絶縁体 505 とを交互に繰り返して形成される配線基板は、たとえば以下のようにして製造することができる。

すなわち、まず、図 13A に示すように、図 4 に示す工程と同様にして、配線 104 が第 1 絶縁体 501 の内部に埋め込まれた基板を形成する。その後、図 13B に示すように、レーザ加工などにより、図 11 に示す第 2 絶縁体 505 が形成されるパターンで溝 505a を形成する。その後、図 13C に示すように、溝 505a の上からスピンコート法などで、第 2 絶縁体 505 となる樹脂を流し込み、第 2 絶縁体 505 と 505b とからなる絶縁体を形成し、その後に、余分な絶縁体部分 505b を取り除く。

本実施例に係る配線基板によれば、各第 1 絶縁体 501 中にそれぞれ配線 104 が埋め込まれ、しかも、各第 1 絶縁体 501 は、第 2 絶縁体 505 で仕切られている。このため、本実施例によれば、前記第 1 実施例の作用効果を、さらに増進させることができる。すなわち、本実施例によれば、配線 104 の周囲に発生した磁界を、配線 104 を取り囲む第 1 絶縁体 501 内に、さらに有効に閉じ込めることができ、隣接する配線 104 間のクロストークや放射ノイズを抑制せしめ、配線 104 を伝播する信号の信号品質を向上させることができる。

なお、本発明は、上述した実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができる。

たとえば、本発明に係る回路基板は、ストリップ線路以外の回路、たとえばマイクロストリップ線路、あるいはその他の回路のための基板以外にも用いることができる。

#### [具体例]

以下、本発明を、さらに詳細な具体例に基づき説明するが、本発明は、これら具体例に限定されない。

#### [具体例 1]

この微小磁性体粉末を、ポリシクロオレフィン樹脂 (ノルボルネン系シクロオレフィンの開環重合体変性体 ( $T_g = 170^\circ\text{C}$ ) 100 部、ビスフェノール系硬

化剤 40 部、及びイミダゾール系効果促進剤 0.1 部を溶剤に溶解させて得たワニスに、絶縁体からなる微小磁性体粉末であるフェライト材（戸田工業社製）を均一に分散させ、キャスト成形後、熱処理して、厚み  $T1 = 100 \mu\text{m}$  の図 2 に示す第 1 絶縁体 101 を得た。この第 1 絶縁体 101 の比誘電率  $\epsilon$  は 2.9 であった。磁性体粉末の分散量は、ワニスの溶剤以外の成分重量 100 重量部に対して 100 重量部の割合であった。

なお、第 1 絶縁体 101 の内部には、断面幅  $W$  が  $10 \mu\text{m}$  で断面厚み  $T2$  が  $10 \mu\text{m}$  の銅金属で構成された配線 104 を、配線間隔  $P = 200 \mu\text{m}$  で厚み方向の略中央に配置されるように埋め込んだ。

次に、第 1 絶縁体 101 の下面および上面に、同めつきを施し、厚み  $20 \mu\text{m}$  の導電膜 102 および 103 を形成し、配線基板 100 を得た。

この配線基板 100 における第 1 絶縁体 101 の透磁率  $\mu$  を測定したところ、2.5 であった。

配線 104 の幅  $W$  を  $1 \sim 100 \mu\text{m}$  の間で変化させて、特性インピーダンスとの関係を求めた結果を図 14 の実線で示す。

#### 〔比較例 1〕

第 1 絶縁体 101 の代わりに、前記ワニスに微小磁性体粉末を分散させないで、絶縁体を得たこと以外は、前記具体例 1 と同様にして、配線基板を製造した。絶縁体の比誘電率  $\epsilon = 2$  であり、配線基板の透磁率  $\mu = 1$  であった。配線 104 の幅  $W$  を  $1 \sim 100 \mu\text{m}$  の間で変化させて、特性インピーダンスとの関係を求めた結果を図 14 の点線で示す。

#### 〔評価 1〕

図 14 に示すように、本発明の具体例の方が、比較例（従来型ストリップライン）に比較して、特性インピーダンスが向上していることが確認できた。すなわち、従来では、 $100 \sim 200 \Omega$  が限界であった特性インピーダンスを、本具体例では、 $300 \sim 500 \Omega$  程度以上にすることができると確認できた。また、配線インピーダンスを高めるために配線幅を極端に細くする必要がないため、配線抵抗による損失を減少せしめることができる。

#### 〔具体例 2〕

第1絶縁体101における磁性体粉末の分散量を変化させ、100MHzにおける第1絶縁体101の透磁率を1～100の範囲で変化させた以外は、具体例1と同様にして配線基板を製造した。配線基板100に形成した伝送線路の特性インピーダンスと第1絶縁体101の比透磁率との関係を図15に示す。比透磁率が25程度で特性インピーダンスが500Ω、比透磁率が100程度で特性インピーダンスが1000Ωの伝送線路が得られることが確認できた。

#### 〔具体例3〕

具体例1における配線基板のうち、特性インピーダンスが500Ωのものを選択し、周波数と消費電力との関係を求めた結果を、図16中の曲線Aに示す。

#### 〔比較例2〕

比較例1における配線基板のうち、特性インピーダンスが50Ωのものを選択し、周波数と消費電力との関係を求めた結果を、図16中の曲線Bに示す。

#### 〔評価2〕

図16に示すように、1GHzを超えた付近から回転磁化共鳴周波数に近づくため磁性体の損失が増え始めるが、1GHz程度より小さい周波数では、微小磁性体となっている単磁区構造のため、磁壁運動が停止しており、低い損失が実現できる。比透磁率25に調整した具体例3の第1絶縁体中に伝送線路配線を形成し特性インピーダンスを500Ωとすることで、従来例である比較例2の50Ωの特性インピーダンスに比べ、1/10の低消費電力化が達成できることが確認できた。

さらに、従来、一般的に用いられる50Ωの特性インピーダンスの場合と比較して、具体例3では、500Ω程度あるいはそれ以上の特性インピーダンスが容易に形成できるため、配線を流れる電流を1/10程度もしくはそれ以下とでき、プリント配線基板や配線を駆動するバッファ回路における消費電力が1/10以下となることが確認できた。

上記具体例はプリント配線基板に本発明を適用した場合を示すが、LSI回路の内部配線に、本発明を適用してもよく、同様の効果が得られる。

(B) 次に、本発明の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板について図面を参照して説明する。

## [第1の実施例（多層回路基板）]

本発明の第1の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板は、以下のようにして製造される。

1) 図17に示すように、厚さ $50\mu\text{m}$ の第1の磁性誘電体（比透磁率 $\mu_r = 25$ 、比誘電率 $\epsilon_r = 2$ ）11上に、無電解めっき法により銅めっきを施し、厚さ $10\mu\text{m}$ の第1の配線用導電体層21を形成した。

2) 次に、図18に示すように、第1の配線用導電体層21上にフォトレジスト31を塗布し、マスクアライナにより露光した後、所定の現像液で現像することで配線を形成しない部分にフォトレジスト31に開口部を設けた。

3) 次に、図19に示すように、塩化第2銅溶液により、フォトレジスト31の開口部から露出する第1の配線用導電体層21の銅をエッチングし、第1の配線層パターン21'を形成した。その後、フォトレジストをレジスト剥離液により剥離した。

4) 次に、図20に示すように、第1の配線層パターン21'を覆う様に、絶縁体層として第2の磁性誘電体層12（比透磁率 $\mu_r = 25$ 、比誘電率 $\epsilon_r = 2$ ）を真空プレス法により形成した。

5) 次に、図21に示すように、第2の磁性誘電体層12上に無電解めっき法により銅めっきを施し、厚さ $10\mu\text{m}$ の第2の配線用導電体層22を形成した。

6) 次に、図22に示すように、第1の配線層パターン21'と第2の配線用導電体層22との接続に使用する接続孔41を、炭酸ガスレーザ光により形成した。

7) 図22において、接続孔41内部を十分に洗浄するために、脱気した純水に $\text{O}_3$ を $5\text{mg/L}$ 含有させ、さらに $\text{CO}_2$ を添加することでpHを4~5に調整したオゾン含有酸性純液に基板を浸漬し $1\text{MHz}$ の超音波により超音波洗浄を行った。この後、脱気した純水に $\text{H}_2$ を $1.3\text{mg/L}$ 含有させ、さらに $\text{NH}_3$ を添加することでpHを9~10に調整した水素含有アルカリ純水で $1\text{MHz}$ の超音波により超音波洗浄を行った。汚染の状況により異なるが洗浄温度は室温で良く、洗浄時間は1分から10分程度でよい。繰り返し洗浄処理を行っても良い。これにより、前述の炭酸ガスレーザ加工の際に接続孔41内部に残った磁性体残

渣が十分に除去できた。

8) 次に、図 2 3 に示すように、無電解めっき法により接続孔 4 1 内に銅めっき膜 5 1 を形成し、第 1 の配線層パターン 2 1' と第 2 の配線用導電体層 2 2 との電氣的な接続をとった。

9) 次に、図 2 4 に示すように、フォトレジスト 3 2 を塗布し露光、現像し、フォトレジスト 3 2 に開口部を形成した。続いて、図 2 5 に示すように、フォトレジスト 3 2 の開口部に露出した第 2 の配線用導電体層 2 2 を塩化第 2 銅溶液でエッチングすることで、第 2 の配線用導電体層 2 2 を所望のパターンにパターニングして第 2 の配線層パターン 2 2' を形成した後、フォトレジスト 3 2 を剥離した。

10) 次に、図 2 6 に示すように、第 2 の配線層パターン 2 2' を覆う様に、絶縁体層として第 3 の磁性誘電体層 1 3 (比透磁率  $\mu_r = 2.5$ 、比誘電率  $\epsilon_r = 2$ ) を真空プレス法により形成した。

11) 次に、図 2 7 に示すように、第 3 の磁性誘電体層 1 3 上に第 3 の配線用導電体層 2 3 として銅からなるめっき層を  $10 \mu\text{m}$  無電解めっき法により形成した。

12) 次に、図 2 7 において、第 2 の配線層パターン 2 2' と第 3 の配線用導電体層 2 3 との接続に使用する接続孔 4 2 を、炭酸ガスレーザ光により形成した。

13) 図 2 7 において、接続孔 4 2 内部を十分に洗浄するために、脱気した純水に  $\text{O}_3$  を  $5 \text{ mg/L}$  含有させ、さらに  $\text{CO}_2$  を添加することで  $\text{pH}$  を  $4 \sim 5$  に調整したオゾン含有酸性純水液に基板を浸漬し  $1 \text{ MHz}$  の超音波により超音波洗浄を行った。この後、脱気した純水に  $\text{H}_2$  を  $1.3 \text{ mg/L}$  含有させ、さらに  $\text{NH}_3$  を添加することで  $\text{pH}$  を  $9 \sim 10$  に調整した水素含有アルカリ純水で  $1 \text{ MHz}$  の超音波により超音波洗浄を行った。これにより、前述の炭酸ガスレーザ加工の際に接続孔 4 2 内部に残った磁性体残渣が十分に除去できた。

14) 次に、図 2 7 において、無電解めっき法により、接続孔 4 2 内に銅めっき 5 2 を行い、第 2 の配線層パターン 2 2' と第 3 の配線用導電体層 2 3 との電氣的な接続をとった。

15) 次に、図 2 7 において、図 2 4 及び図 2 5 と同様にして、第 3 の配線用

導電体層 2 3 をパターンニングして第 3 の配線層パターン 2 3' を形成した。

1 6) 次に、図 2 7 において、図 2 6 と同様にして、第 3 の配線層パターン 2 3' を覆う様に、絶縁体層として第 4 の磁性誘電体層 1 4 (比透磁率  $\mu_r = 25$ 、比誘電率  $\epsilon_r = 2$ ) を真空プレス法により形成した。

1 7) 次に、図 2 7 において、第 4 の磁性誘電体層 1 4 上に第 4 の配線用導電体層 2 4 として銅からなるめっき層を  $10 \mu\text{m}$  無電解めっき法により形成した。続いて、図 2 4 及び図 2 5 と同様にして、第 4 の配線用導電体層 2 4 をパターンニングして第 4 の配線層パターン 2 4' を形成した。

1 8) 最後に感光性保護膜 6 1 を塗布し、部品実装部分の保護膜 6 1 を露光、現像し除去することで部品実装部に開口部 7 1 を形成し、図 2 7 に示す回路基板を完成した。

図 2 7 において、第 2 の磁性誘電体層 1 2 を含む部分 A に着目すると、回路基板は、互いに対向する第 1 及び第 2 の主表面を有する絶縁体層 1 2 と、前記絶縁体層 1 2 の前記第 1 及び前記第 2 の主表面に形成された第 1 及び第 2 の配線層 2 1' 及び 2 2' とを、上記の部分 A に、有し、前記絶縁体層 2 2 の比誘電率を  $\epsilon_r$ 、比透磁率を  $\mu_r$  としたとき、前記絶縁体層 1 2 が  $\epsilon_r \leq \mu_r$  であることを特徴とするものであると云える。ここで、絶縁体層 1 2 の全部が  $\epsilon_r \leq \mu_r$  を満たさなくても、絶縁体層 1 2 の少なくとも一部が  $\epsilon_r \leq \mu_r$  を満たせば、多層回路基板においても、本発明の意図する低消費電力化の効果を得ることができる。さらに、 $\epsilon_r \leq \mu_r$  なる磁性体内部の配線から  $\epsilon_r \leq \mu_r$  を満たさない絶縁体への漏洩磁場が減少できるので配線間のクロストークを減じることが可能である。

上記の部分 A において、絶縁体層 1 2 は、前記第 1 及び前記第 2 の主表面に垂直な孔 4 1 を有する。回路基板は、その孔 4 1 の内面に、前記第 1 及び前記第 2 の配線層 2 1' 及び 2 2' に接触した状態に、形成され、前記第 1 及び前記第 2 の配線層 2 1' 及び 2 2' を電氣的に接続するための電氣的接続体 5 1 を更に有するものである。

#### [第 2 の実施例 (多層回路基板)]

図 2 8 を参照すると、本発明の第 2 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板が図示されている。この多層回路基板は、図 2 7 の多層回路基板の第 3



の磁性誘電体層 13 の代りに、絶縁体層 81 が形成されている。この絶縁体層 81 は、この絶縁体層 81 の比誘電率を  $\epsilon_r$ 、比透磁率を  $\mu_r$  としたとき、絶縁体層 81 が  $\epsilon_r \leq \mu_r$  を満たさないものである。

このように、絶縁体層 81 が磁性誘電体層でなくとも同様の効果を得ることができる。

### 〔第 3 の実施例（多層回路基板）〕

次に、本発明の第 3 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板を説明する。

図 29 に示すように、互いに対向する第 1 及び第 2 の主表面を有する第 1 の磁性誘電体層（比透磁率  $\mu_r = 25$ 、比誘電率  $\epsilon_r = 2$ ）11 の第 1 及び第 2 の主表面上に、第 1 の実施例と同様な第 1 及び第 2 の配線用導電体層 21 及び 22 が形成された。

次に、図 32 に示すように、第 1 及び第 2 の配線用導電体層 21 及び 22 は、第 1 の実施例と同様に選択的にエッチングされ第 1 及び第 2 の配線層パターン 21' 及び 22' とされた。

次に、図 31 に示すように、第 1 の実施例の上述の 6) で述べたと同様にして、第 1 の配線層パターン 21' と第 2 の配線層パターン 22' との接続に使用する接続孔 41 を、炭酸ガスレーザ光により形成した。

続いて、図 31 において、第 1 の実施例の上述の 7) で述べたと同様にして、接続孔 41 内部を十分に洗浄するために、脱気した純水に  $O_3$  を  $5\text{ mg/L}$  含有させ、さらに  $CO_2$  を添加することで  $pH$  を  $4 \sim 5$  に調整したオゾン含有酸性純水液に基板を浸漬し  $1\text{ MHz}$  の超音波により超音波洗浄を行った。この後、脱気した純水に  $H_2$  を  $1.3\text{ mg/L}$  含有させ、さらに  $NH_3$  を添加することで  $pH$  を  $9 \sim 10$  に調整した水素含有アルカリ純水で  $1\text{ MHz}$  の超音波により超音波洗浄を行った。これにより、前述の炭酸ガスレーザ加工の際に接続孔 41 内部に残った磁性体残渣が十分に除去できた。

次に、図 32 に示すように、第 1 の実施例の上述の 8) で述べたと同様にして、接続孔 41 内に銅めっき 51 を行い、第 1 の配線層パターン 21' と第 2 の配線層パターン 22' との電気的な接続をとった。

次に、図 3 3 に示すように、図 2 9 ～図 3 2 で述べたと同様に、第 2 の磁性誘電体層（比透磁率  $\mu_r = 2.5$ 、比誘電率  $\epsilon_r = 2$ ）1 2 の両主表面上に、第 3 及び第 4 の配線層パターン 2 3' 及び 2 4' が形成された。そして、接続孔 4 2 内に銅めっき 5 2 を行い、第 3 の配線層パターン 2 3' と第 4 の配線層パターン 2 4' との電気的な接続をとった。

図 3 3 において、上述のように磁性誘電体層の両面に配線層パターンを形成したものを複数用意し、かつ、プリプレグ 9 1 を用意し、磁性誘電体層の両面に配線層パターンを形成したものを複数、プリプレグ 9 1 を介して熱プレスすることで、図 3 4 に示すような多層回路基板を得た。

プリプレグ 9 1 は、磁性誘電体でもよく、磁性誘電体でなくとも良い。プリプレグ 9 1 が磁性誘電体の場合には、基板面に対し水平方向に磁場を印加しながらプレスすると、プリプレグの溶融に伴う、磁性体の配列乱れが少なくなり、透磁率バラツキが減少するため、 $Z = (\mu/\epsilon)^{1/2}$  であらわされる特性インピーダンスの面内バラツキが減少し好ましい。

なお、図 3 4 において、多層回路基板の両面に、感光性保護膜 6 1 を塗布し、接続孔形成部分の保護膜 6 1 を露光、現像し除去することで接続孔形成部に開口部 7 1 を形成した。

続いて、図 3 5 に示すように、第 1 の実施例の上述の 6) で述べたと同様の手法やドリル加工等により、接続孔 4 3 を形成し、第 1 の実施例の上述の 7) で述べたと同様に、接続孔 4 3 内部を洗浄した。

最後に、図 3 6 に示すように、第 1 の実施例の上述の 8) で述べたと同様に、接続孔 4 3 内に銅めっき 5 3 を行い、第 1 の配線層パターン 2 1' と第 2 の配線層パターン 2 2' と第 3 の配線層パターン 2 3' と第 4 の配線層パターン 2 4' との電気的な接続をとった。

#### [第 4 の実施例（多層回路基板）]

次に、本発明の第 4 の実施例による、磁性誘電体を用いた多層回路基板を説明する。

この第 4 の実施例では、第 1 の実施例の図 2 2 において、接続孔 4 1 の開口の際に、炭酸ガスレーザの代りに、ArF を励起媒体としたエキシマ発光パルスレ

一ザ光（波長 193 nm 以下のレーザ光）を用いて接続孔 41 を形成した。その結果、図 37 B に示すように良好な開口部が接続孔 41 として得られた。接続孔 41 は良好な開口部であるので、第 1 の実施例の上述の 7) で述べた接続孔 41 内部の洗浄は行わなくても良い。ArF を励起媒体としたエキシマ発光レーザの代わりに、Nd-YAG 媒体の第 3 高調波を用いたレーザ（波長 355 nm）を用いても同様の効果を得ることができる。

なお、炭酸ガスレーザ光を用いて接続孔 41 を形成した場合は、図 37 A に示すように開口部の形状が著しく悪化し、良好な開口部が得られなかった。配線パターンが緻密ではなく、開口部の形状の影響が少ない場合は、炭酸ガスレーザで開口を行っても良い。また基板の用途によっても異なるが、必要な磁性体量が少ない場合は、炭酸ガスレーザなど 700 nm 以上の赤外レーザを用いてもよく、磁性体の含有量が多い場合は 400 nm 以下の短波長レーザが好ましい。発明者らの研究によれば、概ね 20 体積% 以上の磁性体含有量の場合は、短波長レーザが好ましい。

図 38 に、上述した第 1 乃至第 4 の実施例のいずれかによって得られた多層回路基板を有する電子機器として携帯電話を示す。図 38 に図示の携帯電話は、アンテナ、送受弁別器、送信増幅器、ミキサ、局部発振機、変調器などを含む電波発射部を有している。

また、図 39 に、上述した第 1 乃至第 4 の実施例のいずれかによって得られた多層回路基板を有する電子機器としてパーソナルコンピュータ（PC）を示す。図 39 に図示のパーソナルコンピュータは、中央演算処理装置（CPU）及び補助演算装置と、記憶部であるメモリを有している。

図 38 及び図 39 に図示の携帯電話及びパーソナルコンピュータは、電池 10 を有し、電池 10 から電源供給を受けて動作する。詳細には、携帯電話及びパーソナルコンピュータは、商用電源（外部電源）から電源供給を受けずに電池 10 から電源供給を受けて動作する。

なお、上述した第 1 乃至第 4 の実施例のいずれによって得られた多層回路基板においても、 $\epsilon_r \leq \mu_r$  なる絶縁体である磁性誘電体は、絶縁物樹脂中に磁性体粉末が分散されたものである。前記磁性体粉末の材料は、フェライト等の絶縁物

磁性体の粉末であっても良いし、あるいはFe、Ni、Co、Cr等の金属磁性元素の単体又は合金の粉末であっても良い。

また、上述した第1乃至第4の実施例のいずれによって得られた多層回路基板において、多層絶縁体層のうち、高インピーダンス化が必要ない層または部分については、磁性誘電体 ( $\epsilon_r \leq \mu_r$ なる絶縁体) を用いなくとも良い。

更に、上述した第1乃至第4の実施例のいずれかによって得られた多層回路基板を、携帯電話及びパーソナルコンピュータの他の電子機器、例えば、サーバー、ルータ、テレビ、DVD (Digital Versatile Disc)、ゲームマシン、モニタ、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクタ等に使用しても良い。

また、図38に図示された電子機器としての携帯電話において、多層回路基板の代りに、[第1の実施例 (プリント配線基板)]、[第2の実施例 (プリント配線基板)]、[第3の実施例 (プリント配線基板)]、及び[第4の実施例 (プリント配線基板)] として説明されたプリント配線基板のいずれかを用いてもよい。

同様に、図39に図示された電子機器としてのパーソナルコンピュータにおいて、多層回路基板の代りに、[第1の実施例 (プリント配線基板)]、[第2の実施例 (プリント配線基板)]、[第3の実施例 (プリント配線基板)]、及び[第4の実施例 (プリント配線基板)] として説明されたプリント配線基板のいずれかを用いてもよい。

## 請 求 の 範 囲

1. 絶縁体層と該絶縁体層の内部に埋め込まれた導体とを有する回路基板において、

前記絶縁体層は、比誘電率を $\epsilon_r$ とし、比透磁率を $\mu_r$ とした場合に、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ の関係を満足する第1絶縁体を有し、該第1絶縁体によって前記導体を実質的に囲まれていることを特徴とする回路基板。

2. 請求項1に記載の回路基板において、

前記絶縁体層は、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ の関係を満足しない第2絶縁体を更に有し、該第2絶縁体によって前記導体を実質的に囲まれており、その第2絶縁体の周囲を、前記第1絶縁体を実質的に囲んでいることを特徴とする回路基板。

3. 請求項1に記載の回路基板において、

前記絶縁体層は、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ の関係を満足しない第2絶縁体を更に有し、該第2絶縁体によって前記導体の一部が実質的に囲まれており、その第2絶縁体と前記導体との周囲を、前記第1絶縁体を実質的に囲んでいることを特徴とする回路基板。

4. 請求項1に記載の回路基板において、

前記絶縁体層の内部には、所定数 $N$  ( $N$ は2以上の整数)の前記導体が埋め込まれており、

前記所定数 $N$ の前記導体は、それぞれ、所定数 $N$ の前記第1絶縁体によって実質的に囲まれており、

前記所定数 $N$ の前記第1絶縁体は、 $\mu_r \geq \epsilon_r$ の関係を満足しない第2絶縁体によって相互間を仕切られていることを特徴とする回路基板。

5. 請求項1に記載の回路基板において、

前記第1絶縁体が、無機物または有機SOGに磁性体を混合してなるものであることを特徴とする回路基板。

6. 請求項5に記載の回路基板において、

前記無機物が、無機SOG、シリカ、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化シリコン、またはセラミックスであることを特徴とする回路基板。

7. 請求項5に記載の回路基板において、  
前記磁性体が、絶縁体または金属磁性元素の単体もしくは合金であることを特徴とする回路基板。

8. 請求項1に記載の回路基板において、  
前記第1絶縁体が、合成樹脂と磁性体とを含有するものであることを特徴とする回路基板。

9. 請求項8に記載の回路基板において、  
前記合成樹脂は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエステル樹脂、フッ素樹脂、変性ポリフェニルエーテル樹脂、ビスマレイミド・トリアジン樹脂、変性ポリフェニレンオキサイド樹脂、ケイ素樹脂、ベンゾシクロブテン樹脂、ポリエチレンナフタレート樹脂、ポリシクロオレフィン樹脂、ポリオレフィン樹脂、フロロカーボンポリマー、シアネートエステル樹脂、メラミン樹脂、及びアクリル樹脂からなるグループから選択された少なくとも一つの樹脂であることを特徴とする回路基板。

10. 請求項8に記載の回路基板において、  
前記磁性体が、絶縁体または金属磁性元素の単体もしくは合金であることを特徴とする回路基板。

11. 請求項1～10のいずれかに記載の回路基板を備えた電子機器。

12. 対向する第1及び第2の主表面を有する絶縁体層と、前記絶縁体層の前記第1及び前記第2の主表面に形成された第1及び第2の配線層とを有し、前記絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足することを特徴とする回路基板。

13. 対向する第1及び第2の主表面を有する絶縁体層と、前記絶縁体層の前記第1及び前記第2の主表面に形成された第1及び第2の配線層とを有し、前記絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足する回路基板を有することを特徴とする電子機器。

14. 請求項13に記載の電子機器において、電池を有し、前記電池から電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

15. 請求項13に記載の電子機器において、電池を有し、外部電源から電源供給を受けずに前記電池から電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

16. 請求項13～15のいずれかに記載の電子機器において、電波発射手段を有していることを特徴とする電子機器。

17. 請求項13～15のいずれかに記載の電子機器において、演算処理部(CPU)と記憶部(メモリ)とを有することを特徴とする電子機器。

18. 孔を有する絶縁体層を有し、該絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足する回路基板の製造方法において、

前記孔の内部を、純水に $O_3$ および $CO_2$ を添加することでpHを酸性に調整したオゾン含有酸性純水で超音波洗浄を行う工程と、

純水に $H_2$ および $NH_3$ を添加することでpHをアルカリ性に調整した水素含有アルカリ純水で超音波洗浄を行う工程とを有することを特徴とする回路基板の製造方法。

19. 孔を有する絶縁体層を有し、該絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足する回路基板の製造方法において、

前記絶縁体層に前記孔を、波長400nm以下のレーザー光を用いて形成する工程を有することを特徴とする回路基板の製造方法。

20. 孔を有する絶縁体層を有し、該絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足する回路基板の製造方法において、

前記絶縁体層に前記孔を700nm以上のレーザー光を用いて形成する工程を有することを特徴とする回路基板の製造方法。

21. 対向する第1及び第2の主表面を有し前記第1及び前記第2の主表面を結ぶ孔を有する絶縁体層と、前記絶縁体層の前記第1及び前記第2の主表面に形成された第1及び第2の配線層とを有し、前記絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を

満足し、前記孔の内面に、前記第 1 及び前記第 2 の配線層に接触した状態に形成された、前記第 1 及び前記第 2 の配線層を電氣的に接続するための電氣的接続体を更に有することを特徴とする回路基板。

22. 対向する第 1 及び第 2 の主表面を有する第 1 の絶縁体層と、前記第 1 の絶縁体層の前記第 1 及び前記第 2 の主表面に形成された第 1 及び第 2 の配線層と、前記第 2 の配線層上に形成された第 2 の絶縁体層と、前記第 2 の絶縁体層の前記第 2 の配線層に接する側とは対向する面に形成された第 3 の配線層とを有し、前記第 1 及び前記第 2 の絶縁体層の少なくとも一方には、第 1 から第 3 の配線層から選ばれる任意の 2 層以上を結ぶ孔が形成された回路基板であって、前記第 1 及び前記第 2 の絶縁体層の比誘電率を  $\epsilon_r$ 、比透磁率を  $\mu_r$  としたとき、前記第 1 及び前記第 2 の絶縁体層の少なくとも一部が  $\epsilon_r \leq \mu_r$  の関係を満足し、前記孔の内部に前記第 1 から第 3 の配線層から選ばれる任意の 2 層以上を結ぶ電氣的接続体をさらに有することを特徴とする回路基板。

23. 対向する第 1 及び第 2 の主表面を有し前記第 1 及び前記第 2 の主表面を結ぶ孔を有する絶縁体層と、前記絶縁体層の前記第 1 及び前記第 2 の主表面に形成された第 1 及び第 2 の配線層とを有し、前記絶縁体層の比誘電率を  $\epsilon_r$ 、比透磁率を  $\mu_r$  としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が  $\epsilon_r \leq \mu_r$  の関係を満足し、前記孔の内面に、前記第 1 及び前記第 2 の配線層に接触した状態に形成された、前記第 1 及び前記第 2 の配線層を電氣的に接続するための電氣的接続体を更に有する回路基板を有することを特徴とする電子機器。

24. 請求項 23 に記載の電子機器において、電池を有し、前記電池から電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

25. 請求項 23 に記載の電子機器において、電池を有し、外部電源から電源供給を受けずに前記電池から電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

26. 請求項 23 ～ 25 のいずれかに記載の電子機器において、電波発射手段を有していることを特徴とする電子機器。

27. 請求項 23 ～ 25 のいずれかに記載の電子機器において、演算処理部 (CPU) と記憶部 (メモリ) とを有することを特徴とする電子機器。



28. 対向する第1及び第2の主表面を有する第1の絶縁体層と、前記第1の絶縁体層の前記第1及び前記第2の主表面に形成された第1及び第2の配線層と、前記第2の配線層上に形成された第2の絶縁体層と、前記第2の絶縁体層の前記第2の配線層に接する側とは対向する面に形成された第3の配線層とを有し、前記第1及び前記第2の絶縁体層の少なくとも一方には、第1から第3の配線層から選ばれる任意の2層以上を結ぶ孔が形成された回路基板であって、前記第1及び前記第2の絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記第1及び前記第2の絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足し、前記孔の内部に前記第1から第3の配線層から選ばれる任意の2層以上を結ぶ電氣的接続体をさらに有する前記回路基板を有することを特徴とする電子機器。

29. 請求項28に記載の電子機器において、電池を有し、前記電池から電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

30. 請求項28に記載の電子機器において、電池を有し、外部電源から電源供給を受けずに前記電池から電源供給を受けて動作することを特徴とする電子機器。

31. 請求項28～30のいずれかに記載の電子機器において、電波発射手段を有していることを特徴とする電子機器。

32. 請求項28～30のいずれかに記載の電子機器において、演算処理部(CPU)と記憶部(メモリ)とを有することを特徴とする電子機器。

33. 絶縁体層を有し、前記絶縁体層の比誘電率を $\epsilon_r$ 、比透磁率を $\mu_r$ としたとき、前記絶縁体層の少なくとも一部が $\epsilon_r \leq \mu_r$ の関係を満足する回路基板であって、前記絶縁体層の前記少なくとも一部は、絶縁物中に磁性体が分散されたものであり、前記磁性体の材料は、金属磁性元素の単体又は合金であることを特徴とする回路基板。

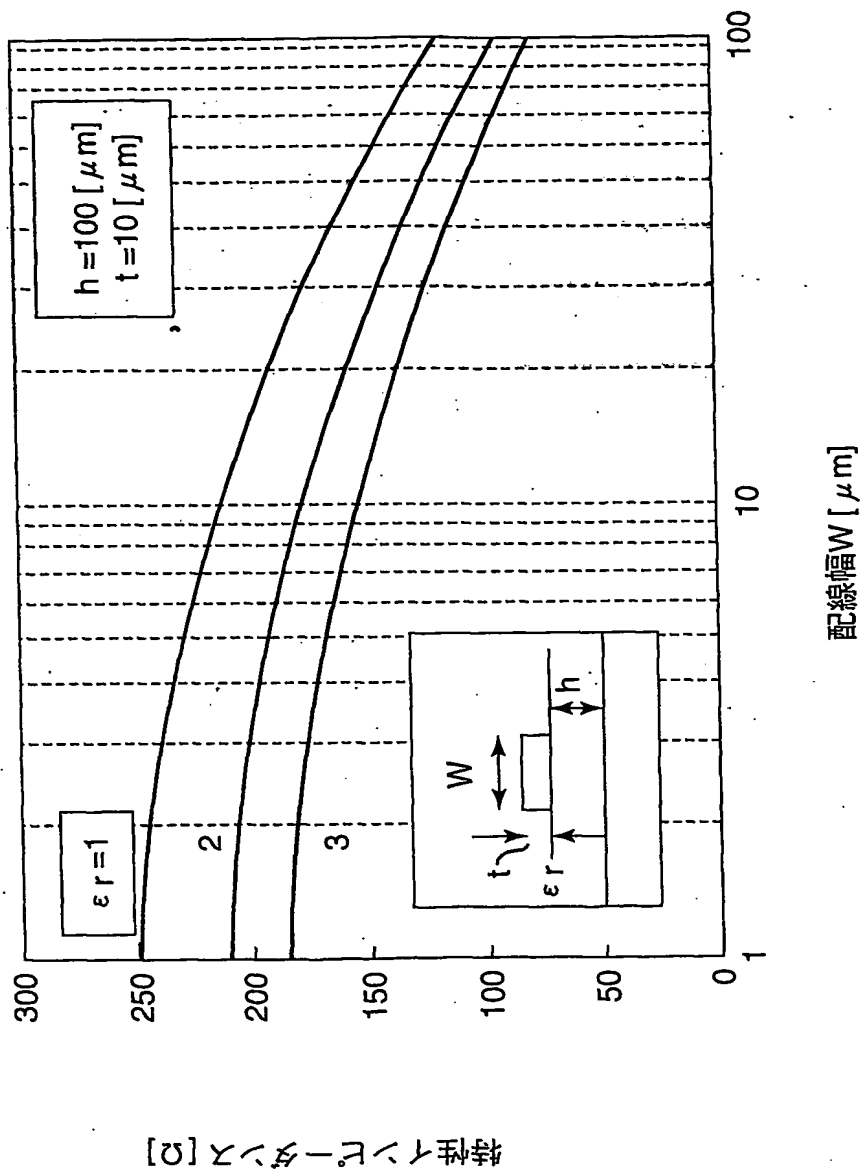


図 1

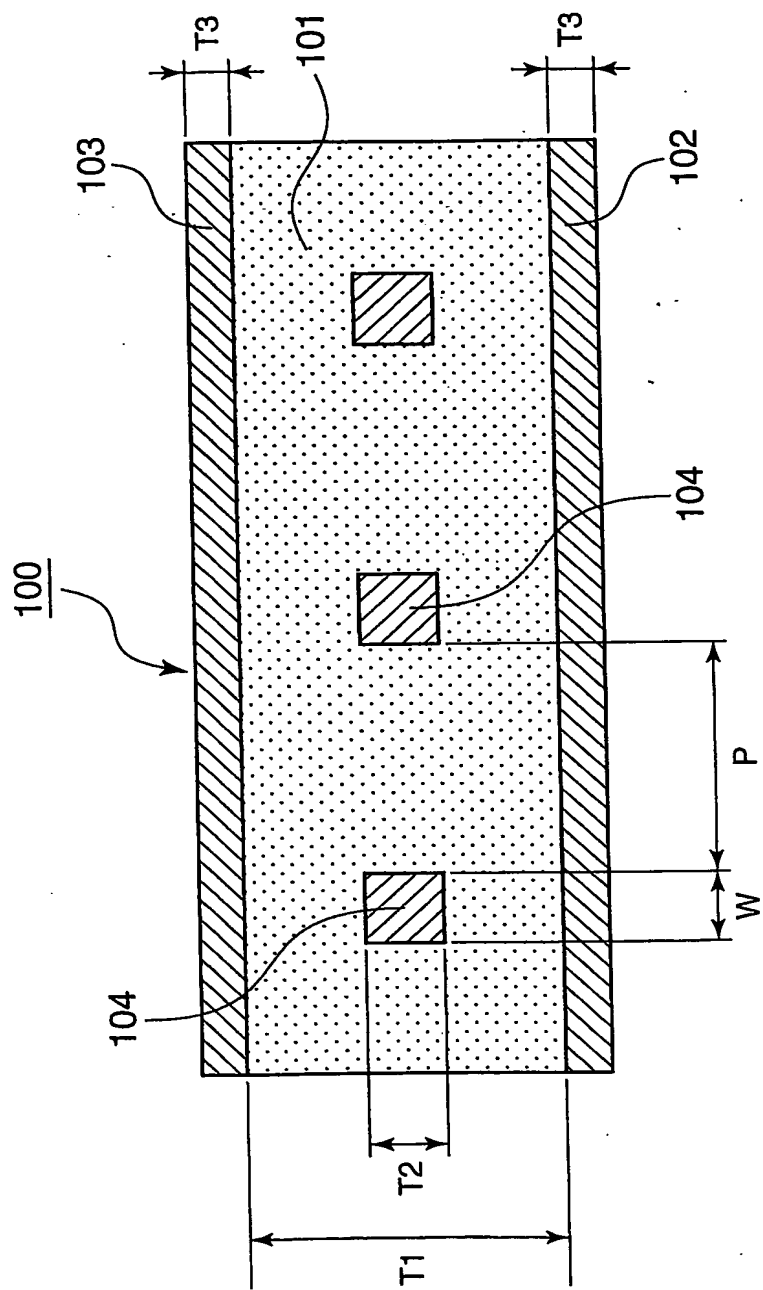


図 2

図 3A

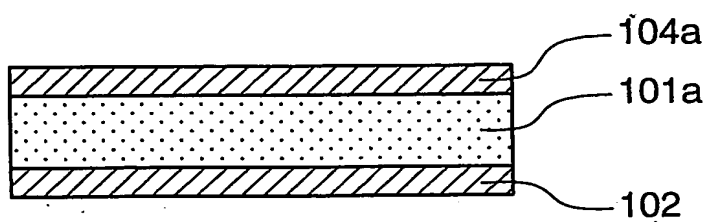


図 3B

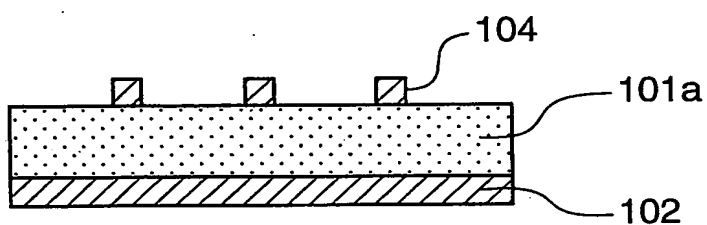


図 3C

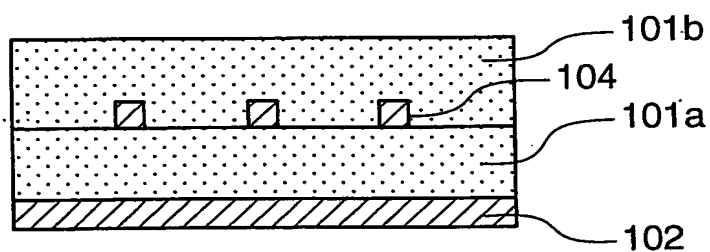
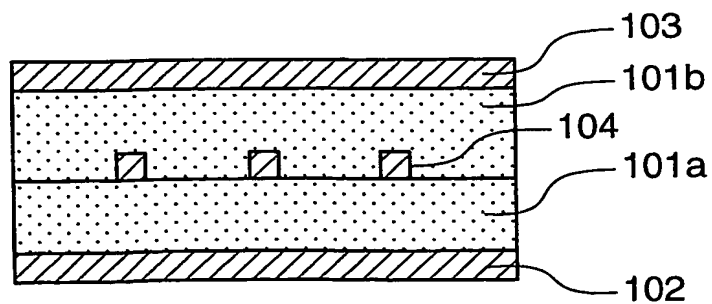


図 3D



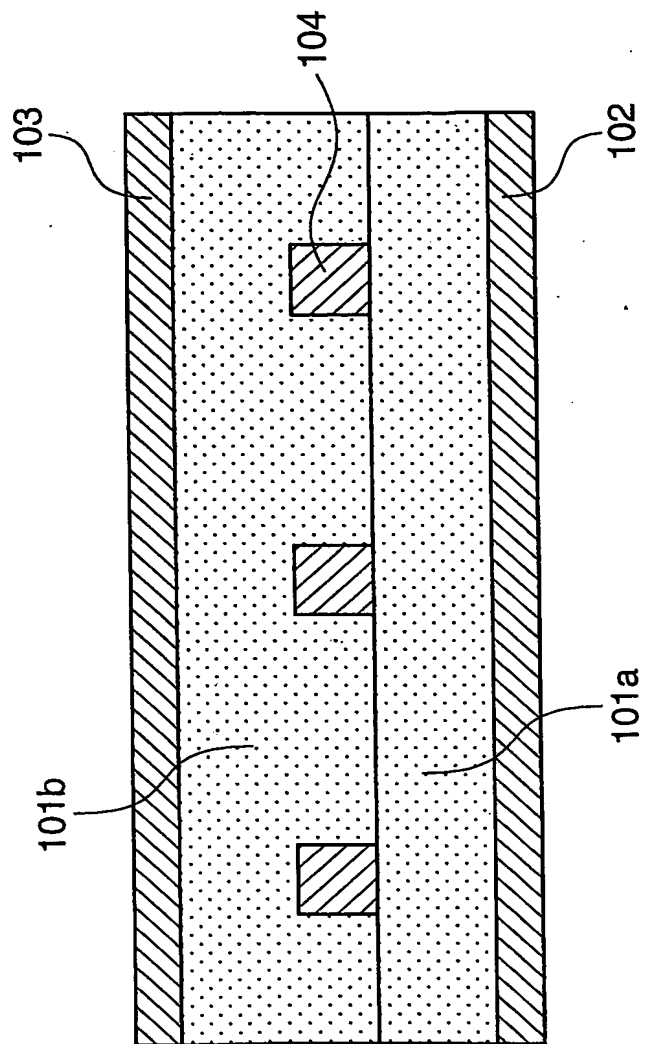


図 4

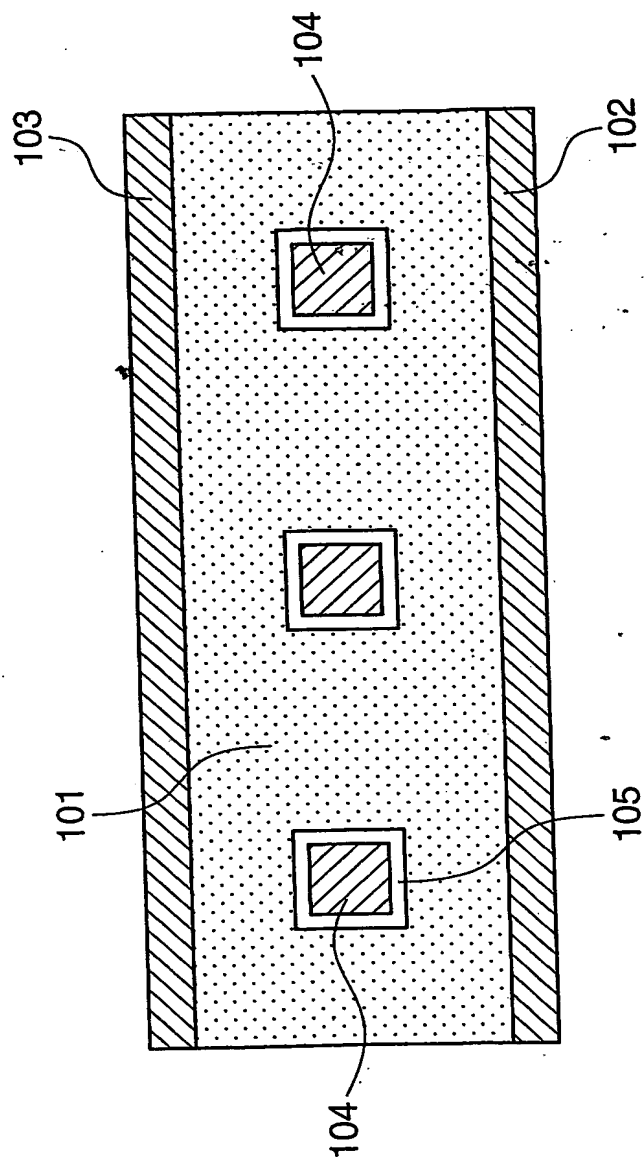


図 5

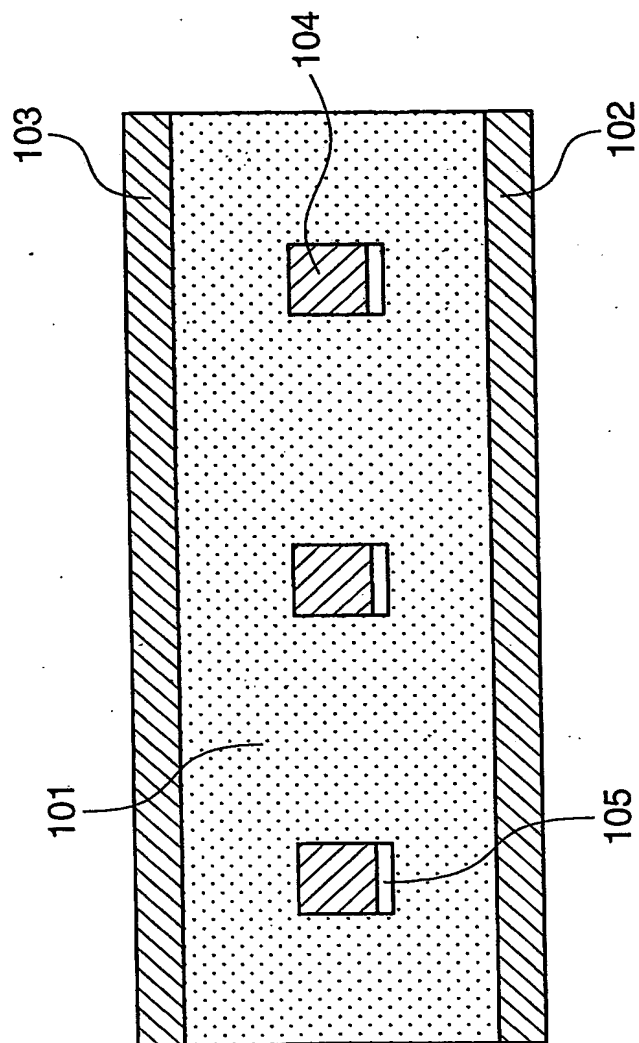


図 6

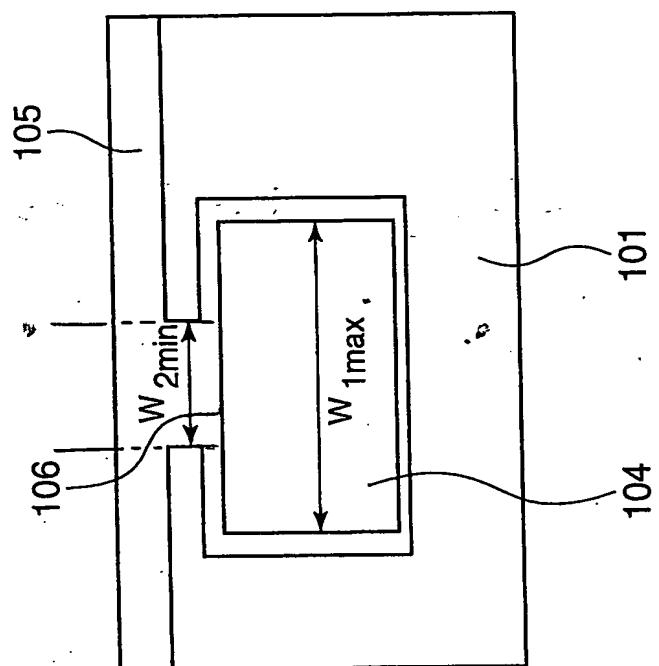


図 7B

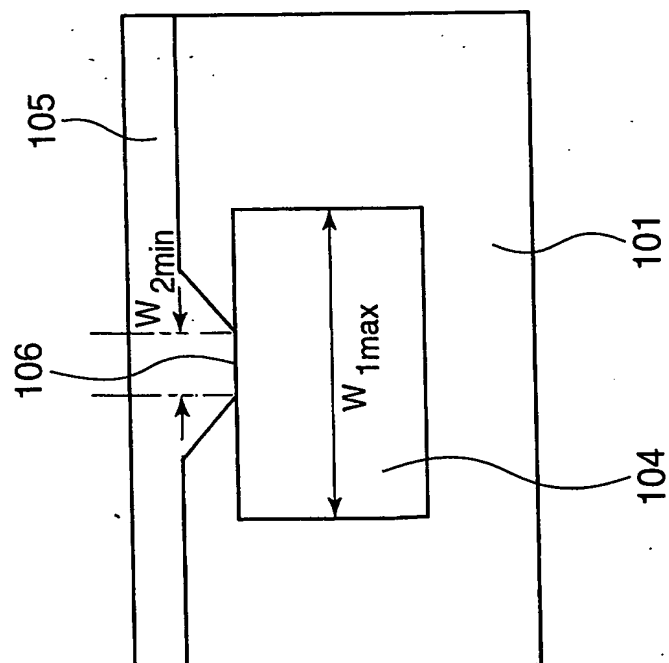


図 7A



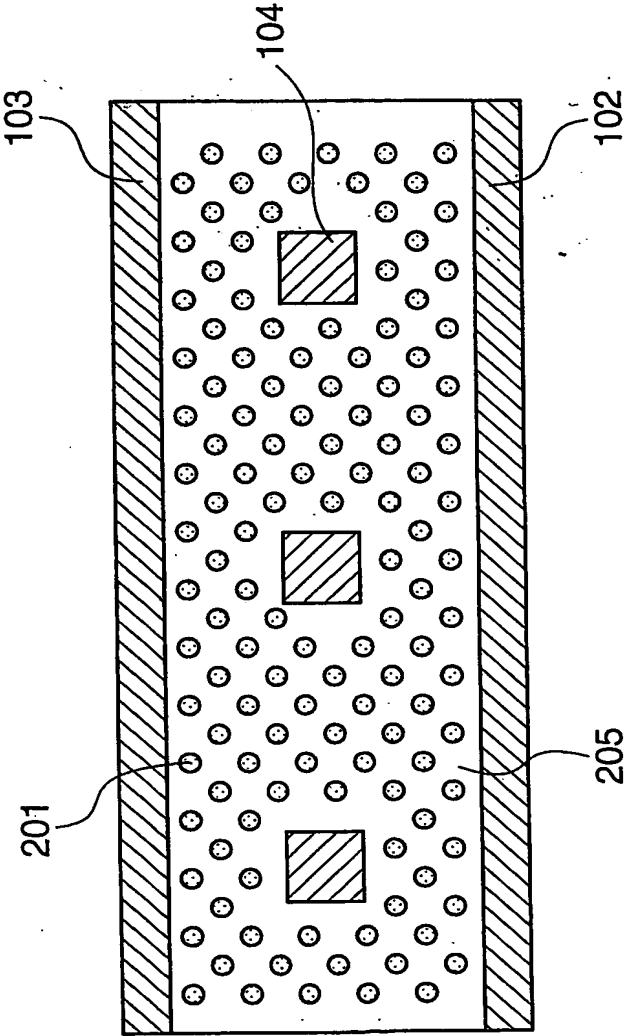


図 8

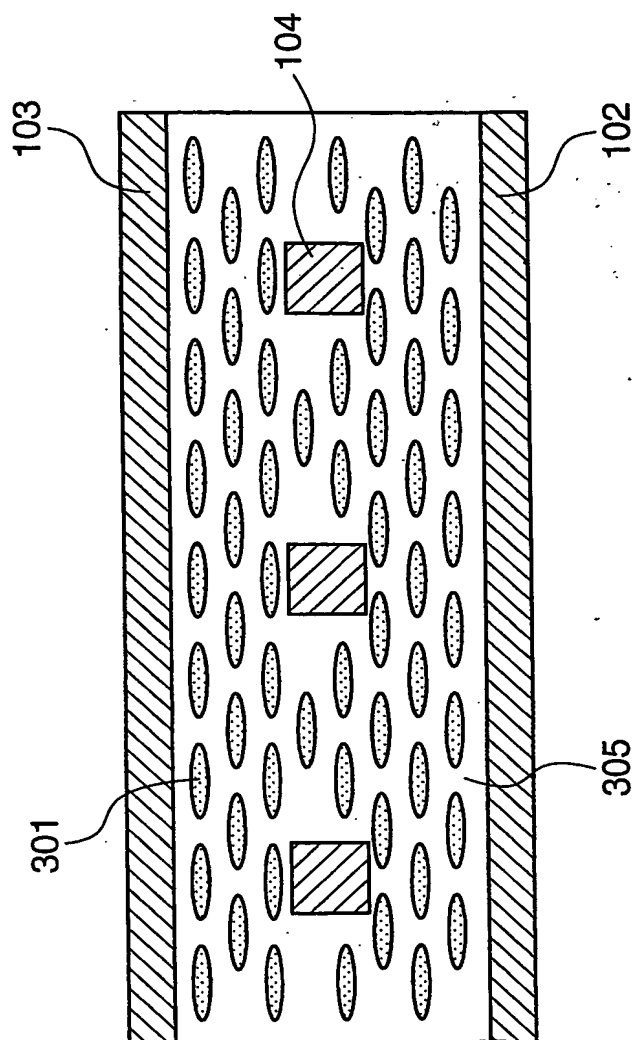


図 9

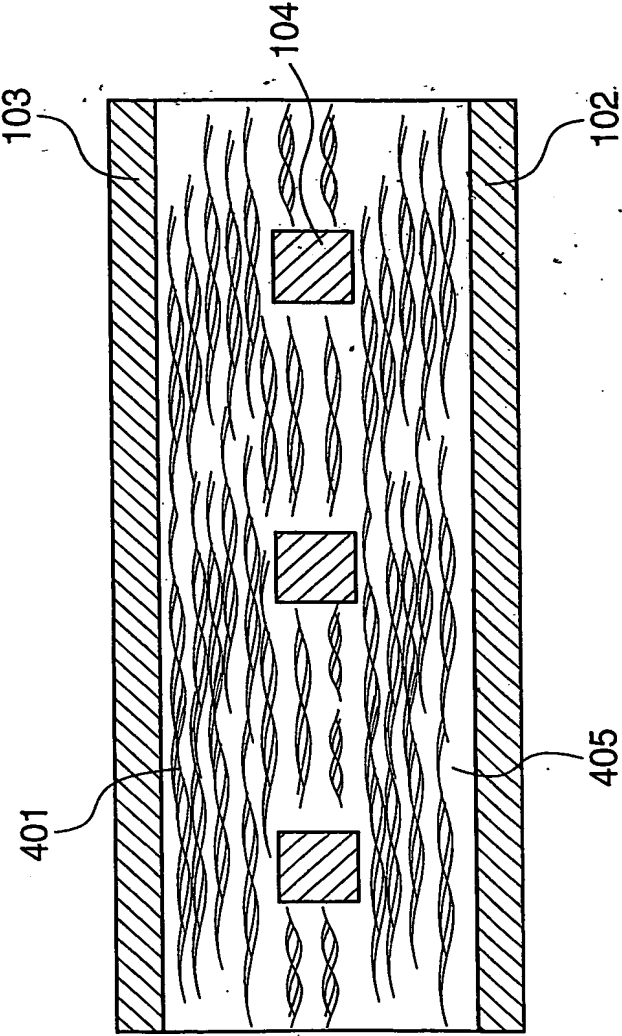


図 10

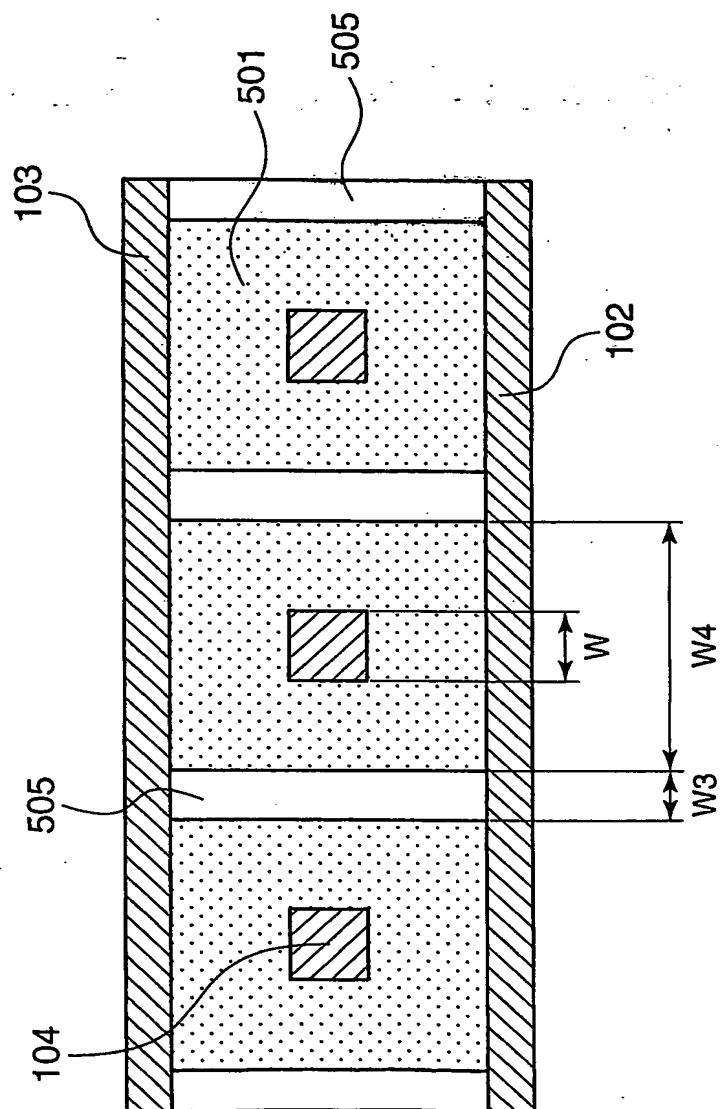


図 11

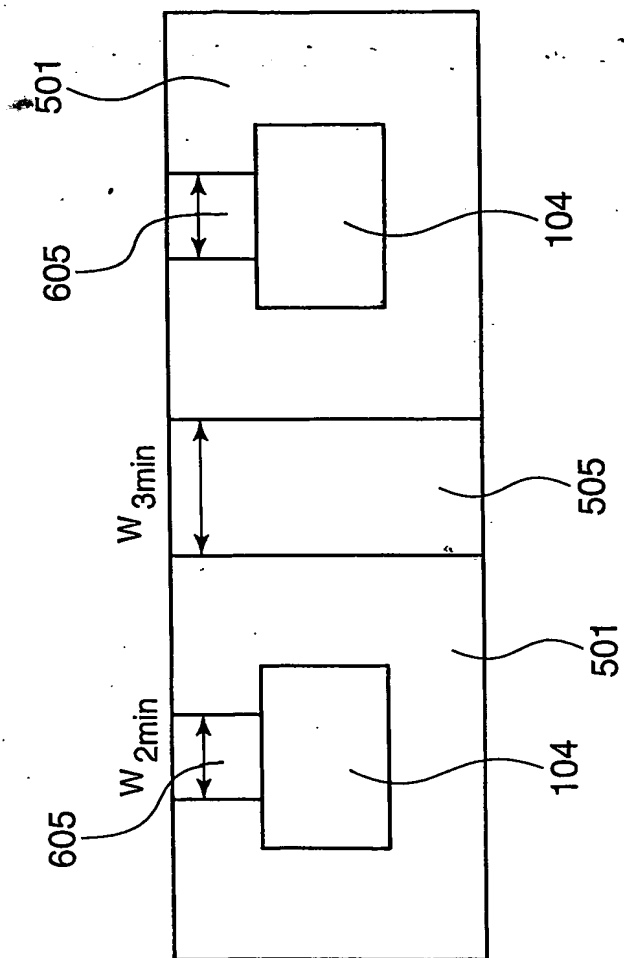


図 12

図 13A

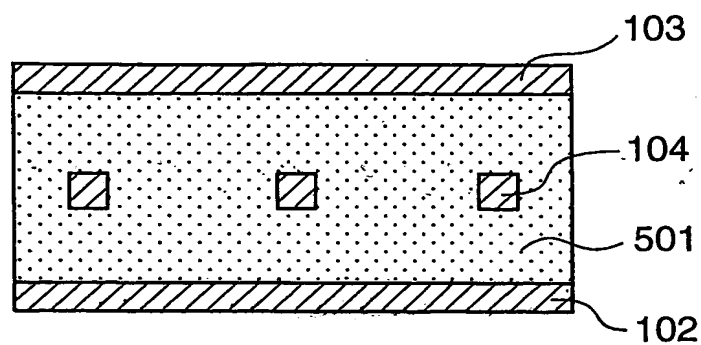


図 13B

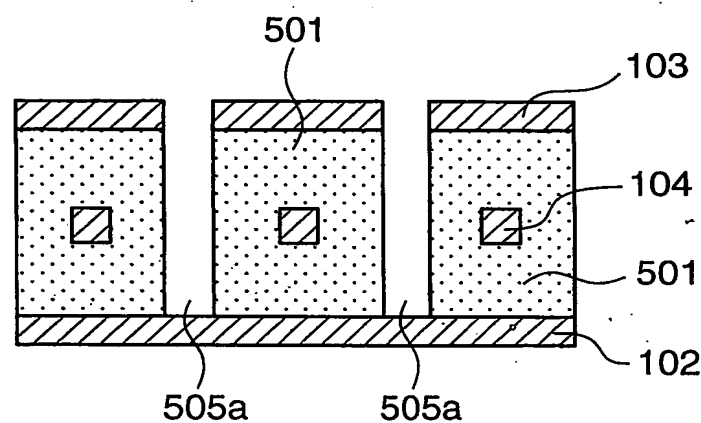
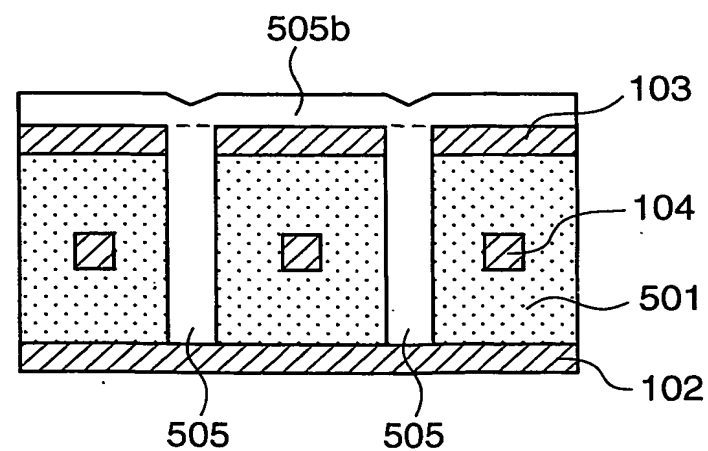


図 13C



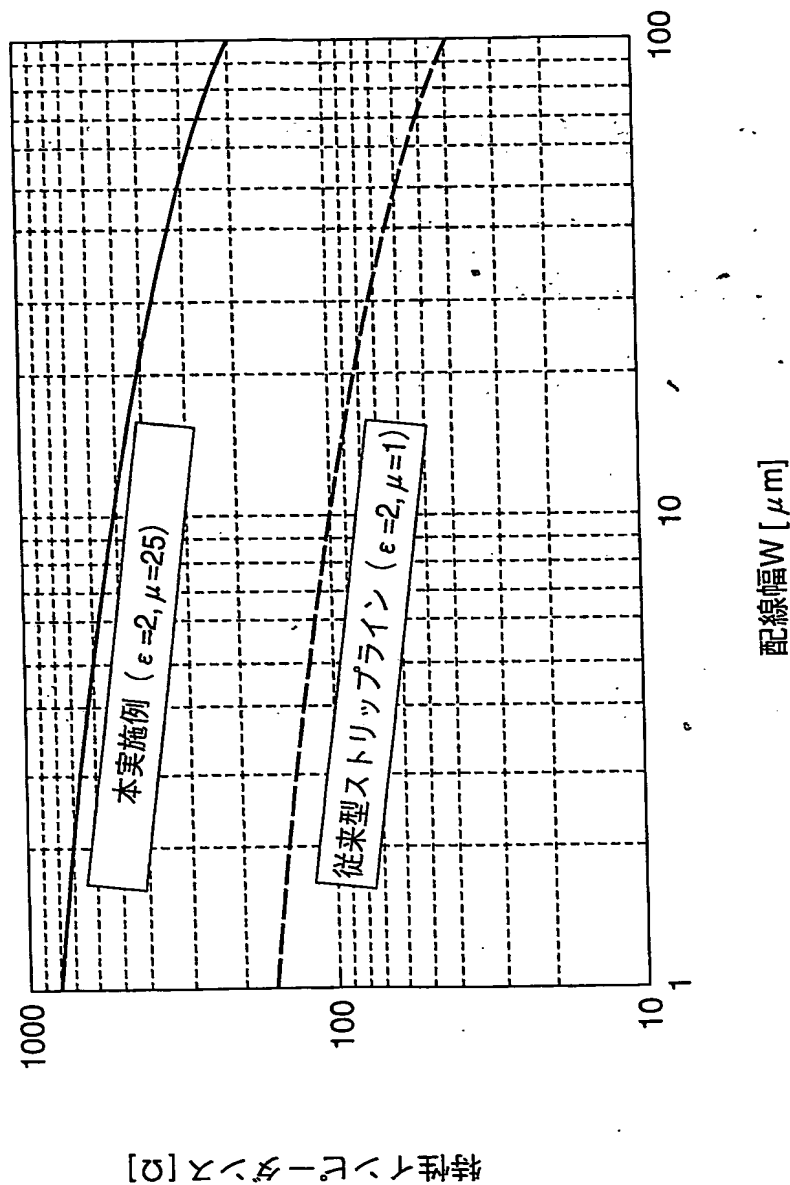


図 14

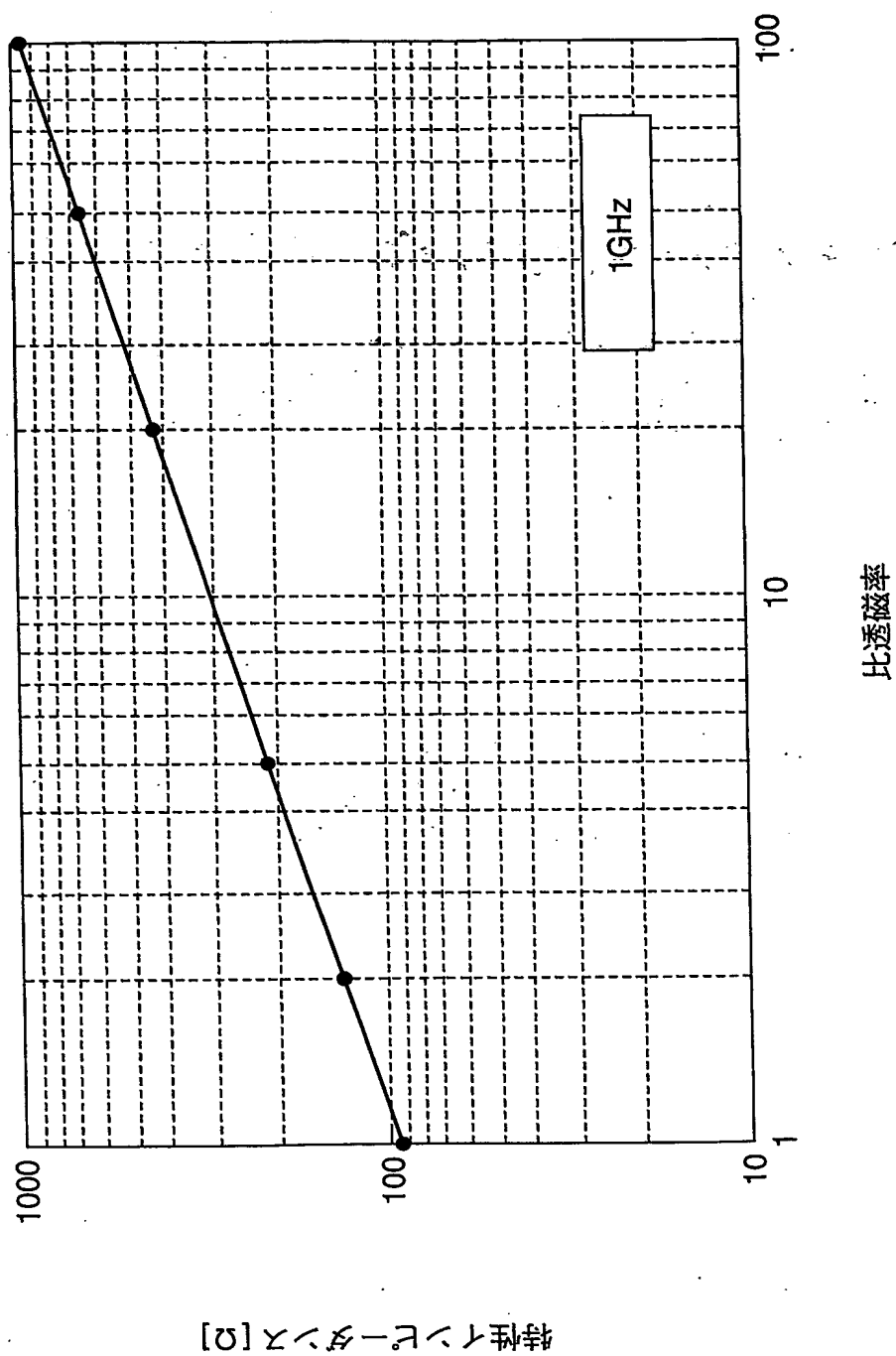


図 15



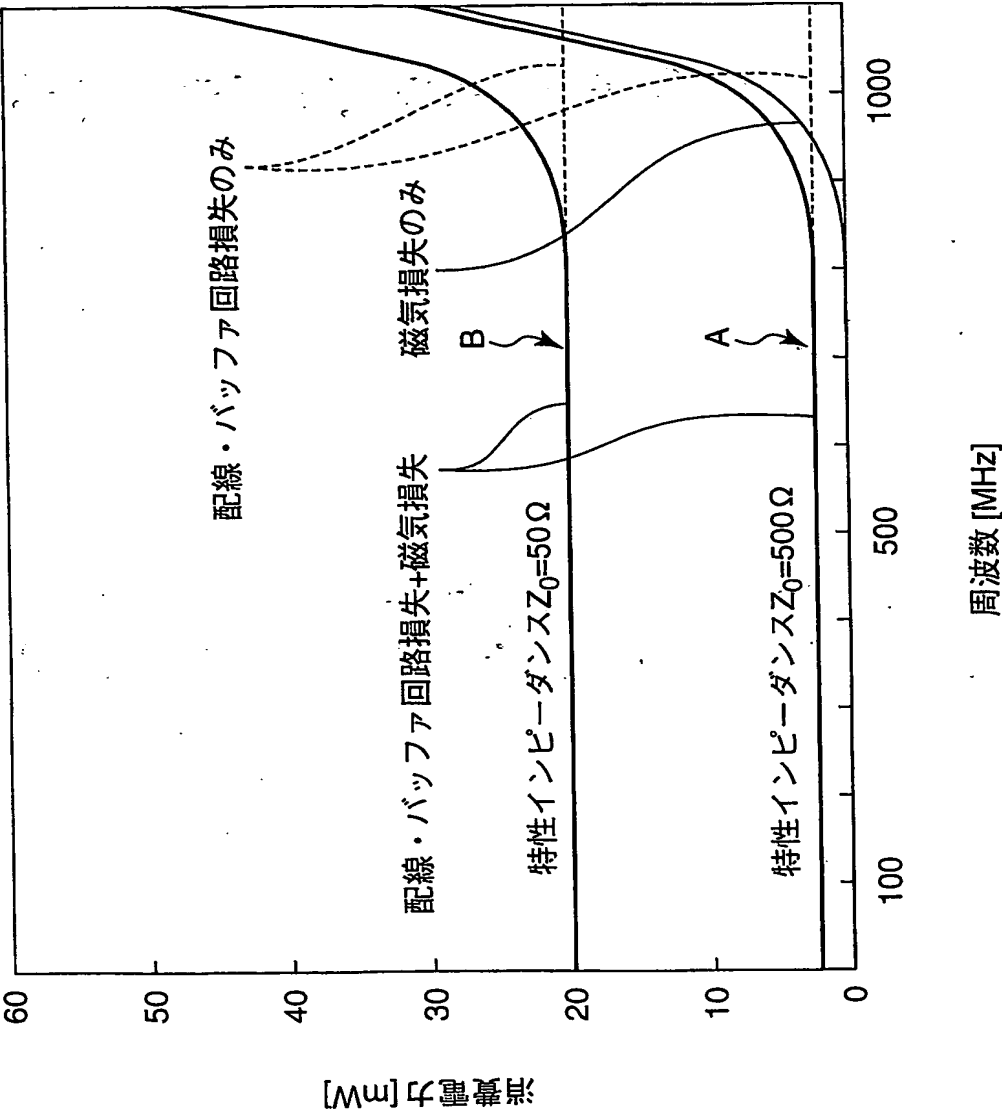


図 16

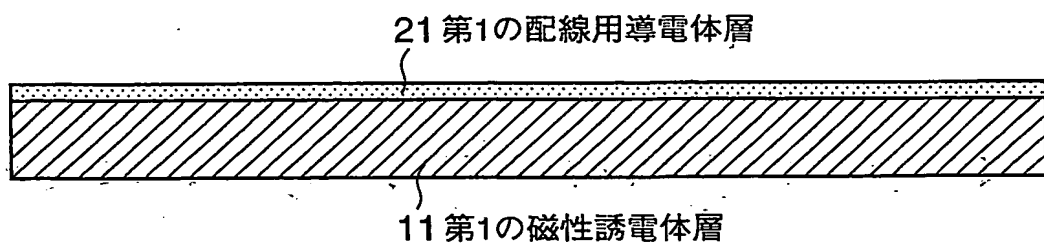


図 17

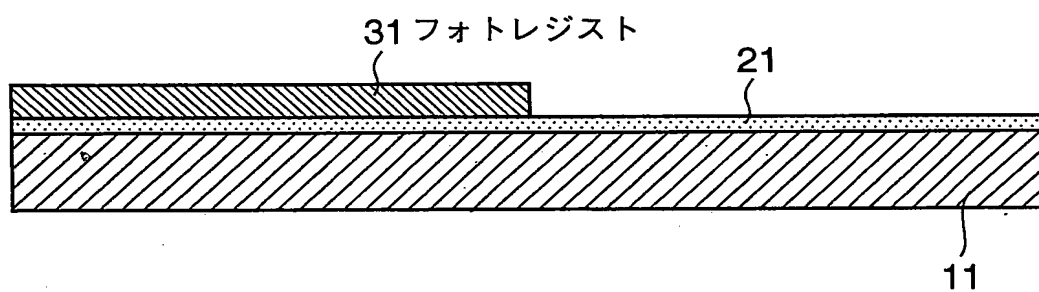


図 18

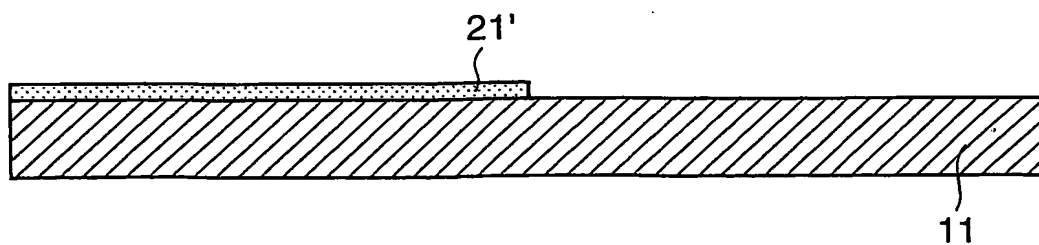


図 19

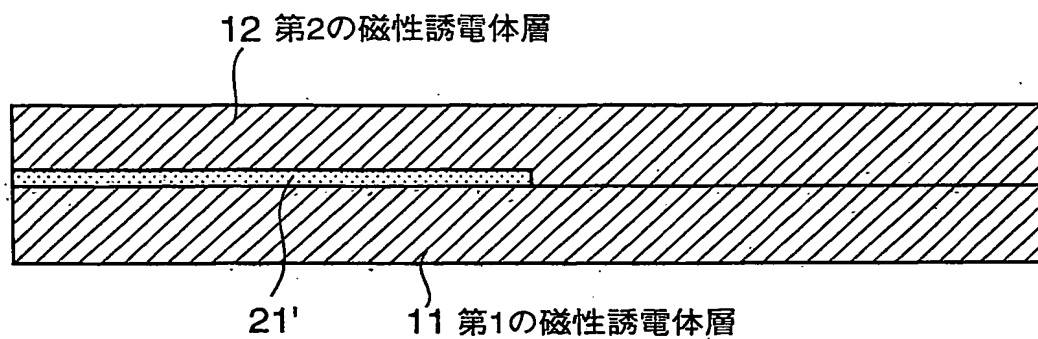


図 20

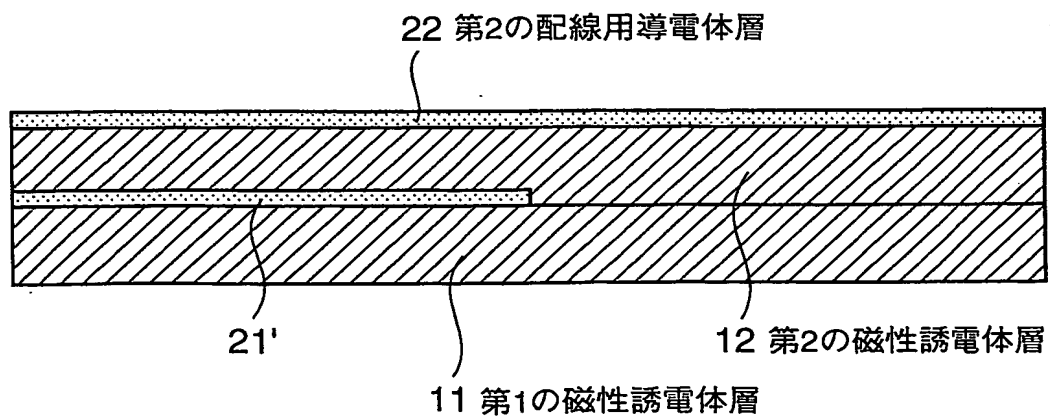


図 21

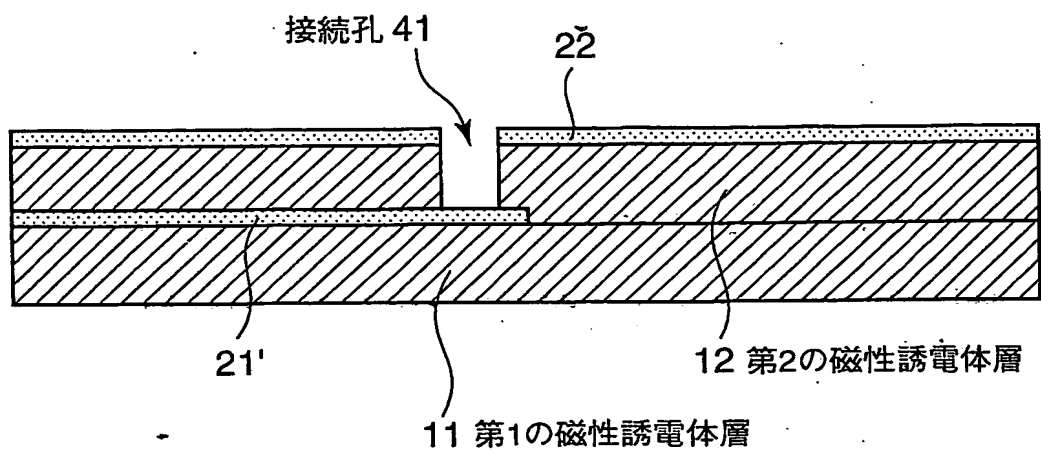


図 22

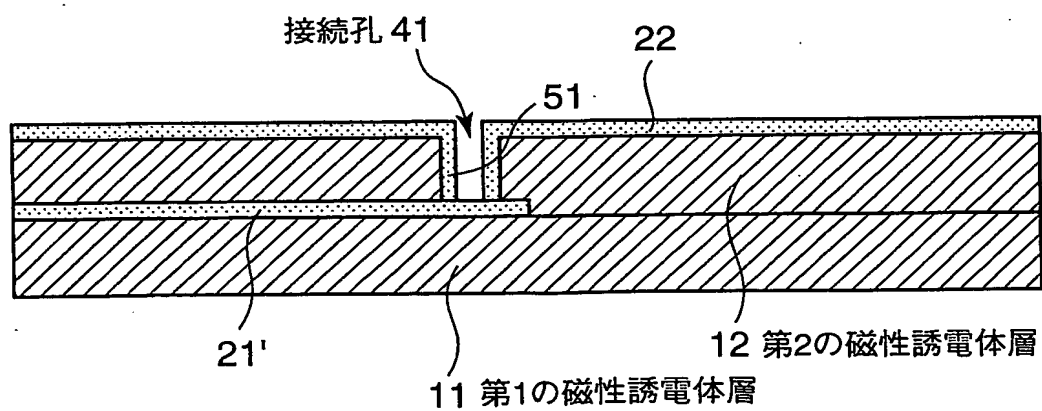


図 23

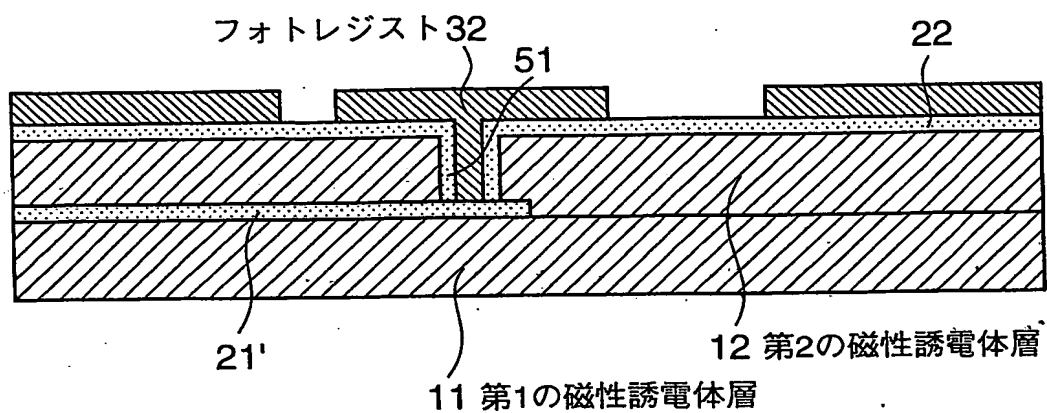


図 24

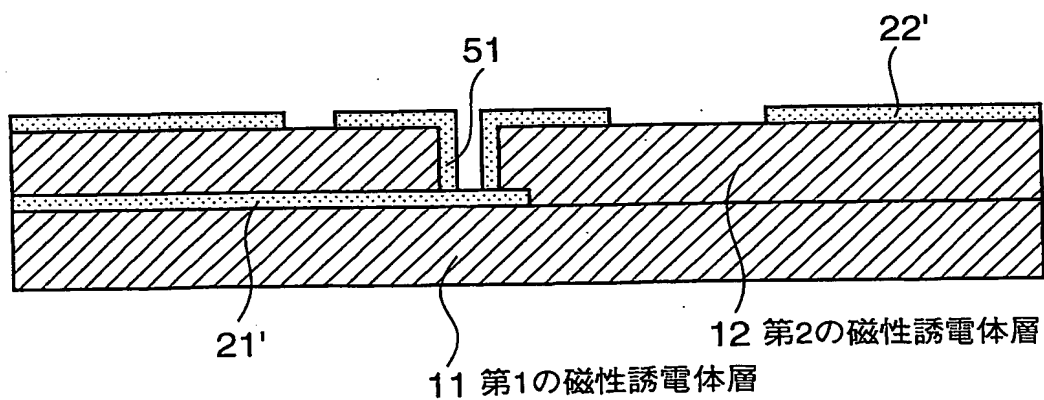


図 25

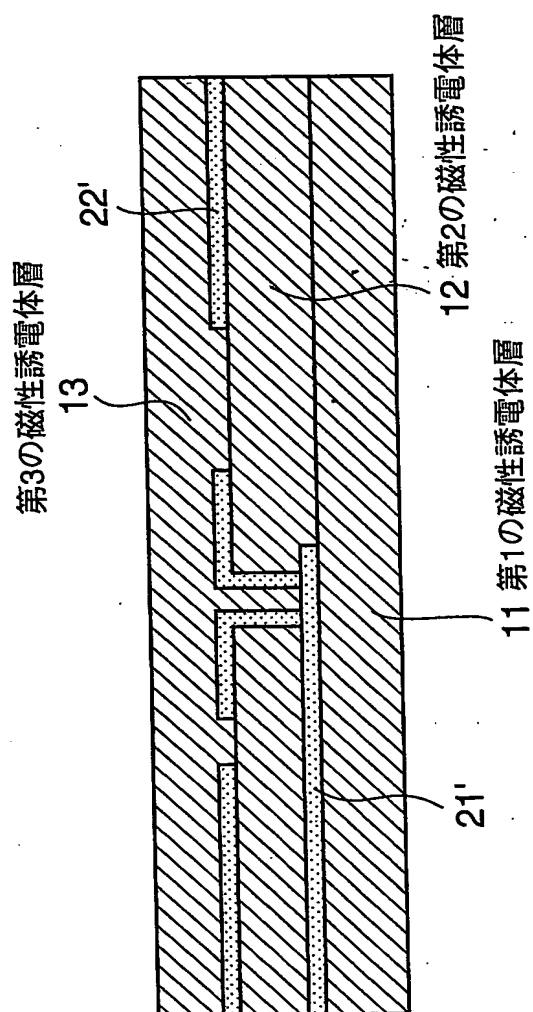
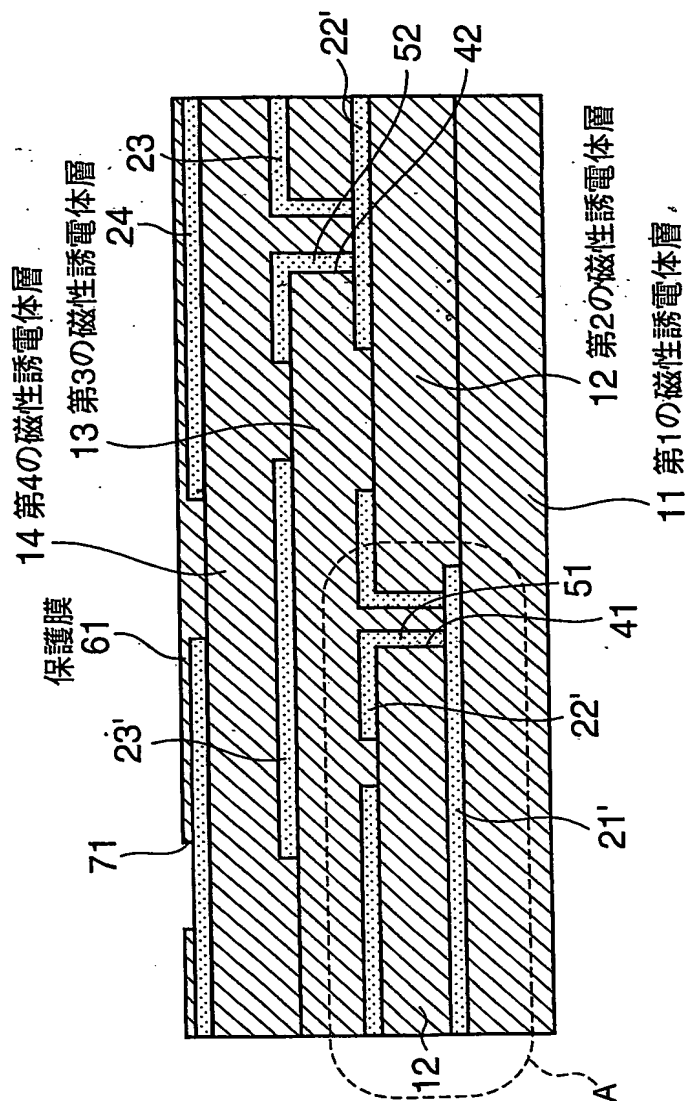


図 26



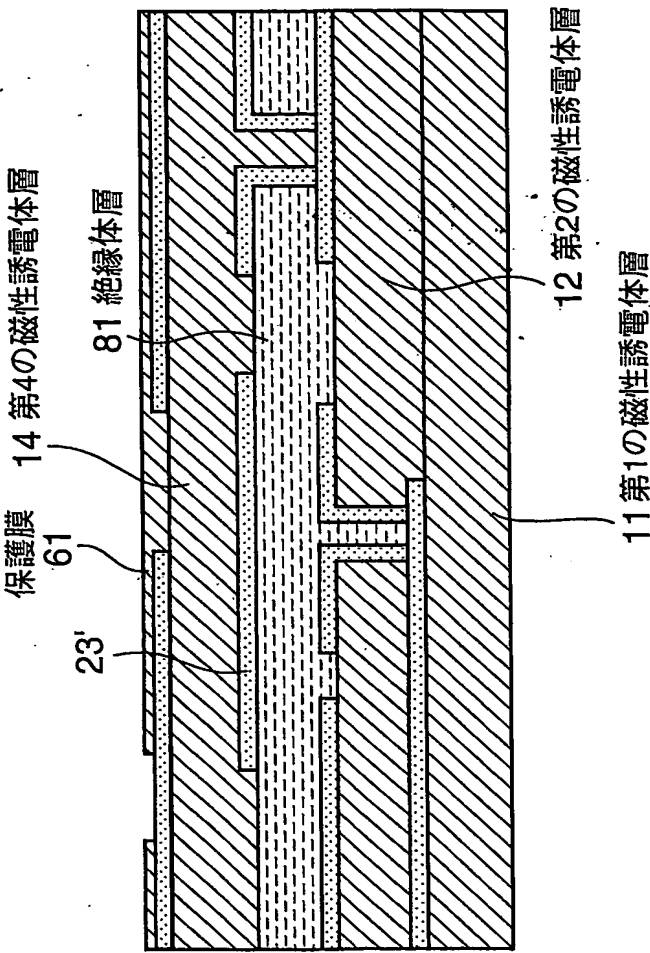


図 28



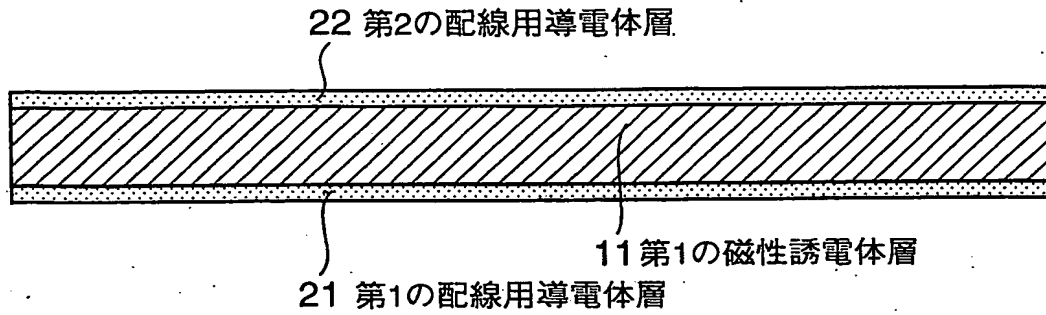


図 29

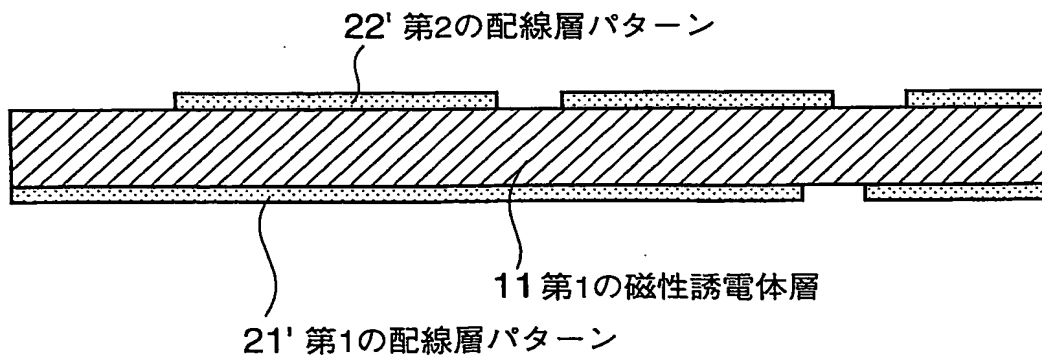


図 30

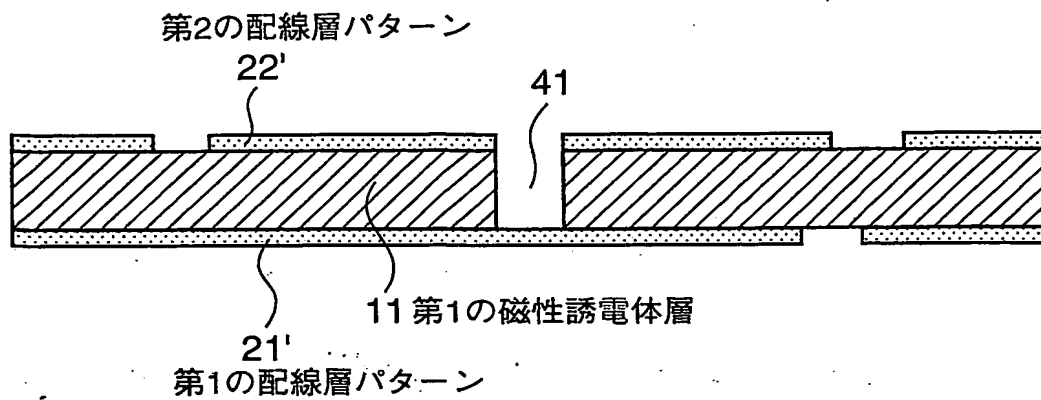


図 31

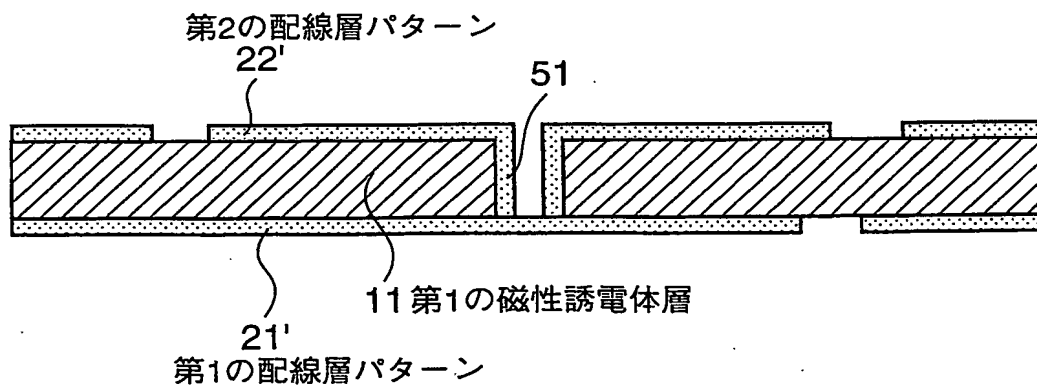


図 32

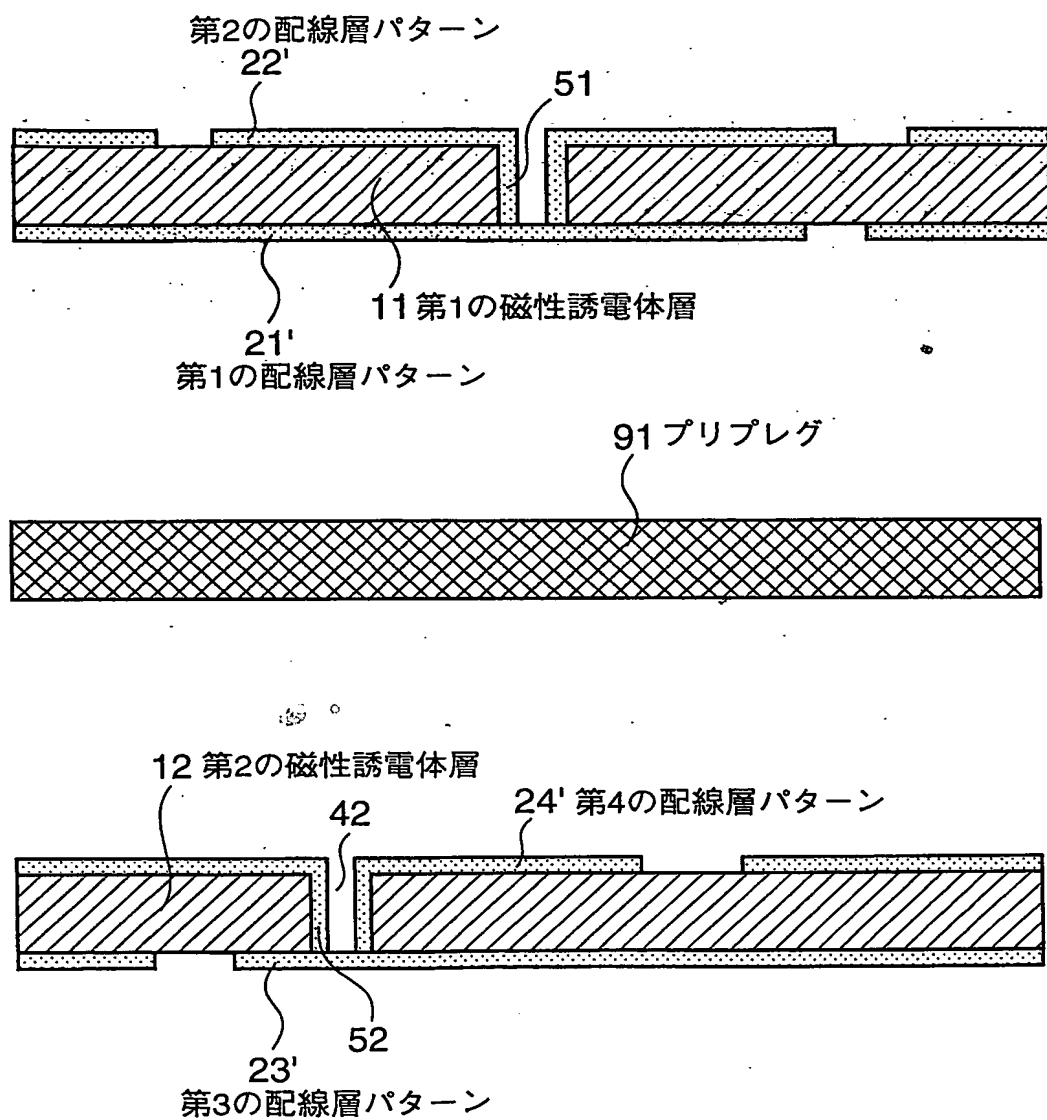


図 33

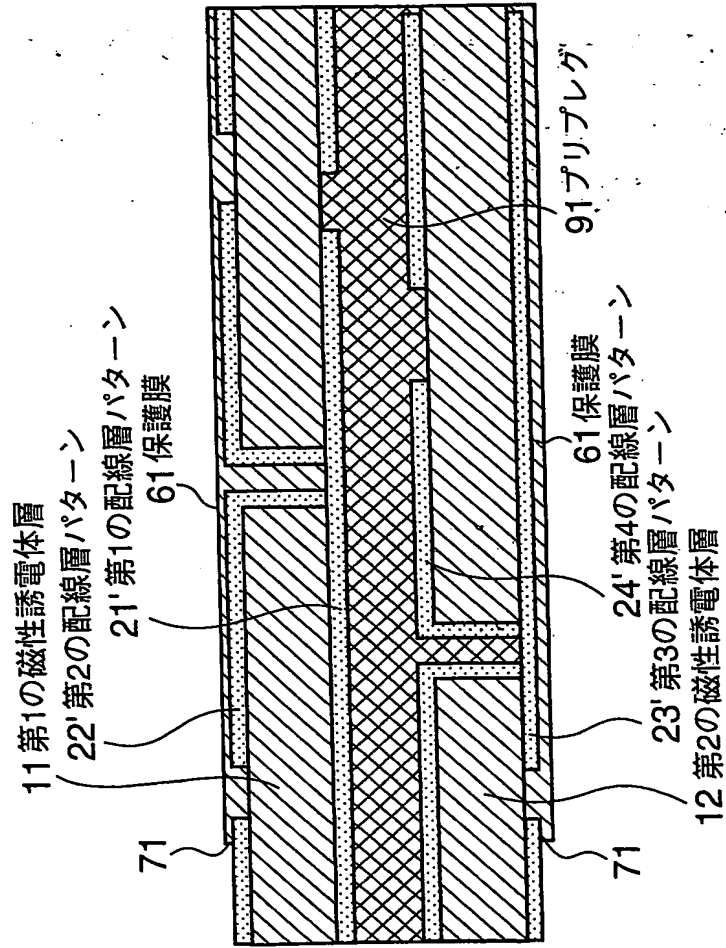


図 34

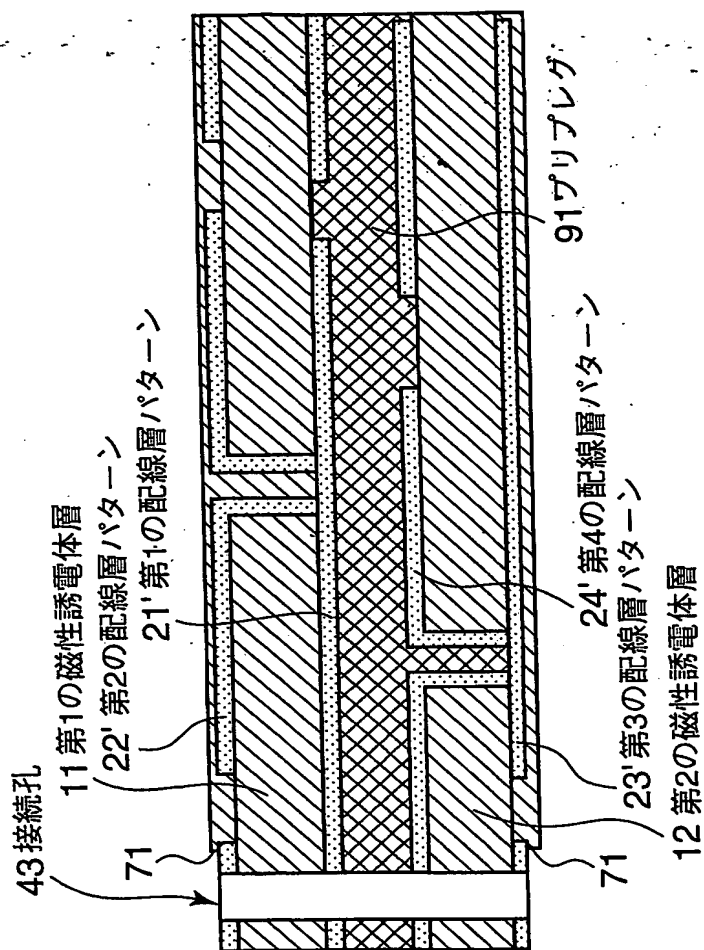


図 35

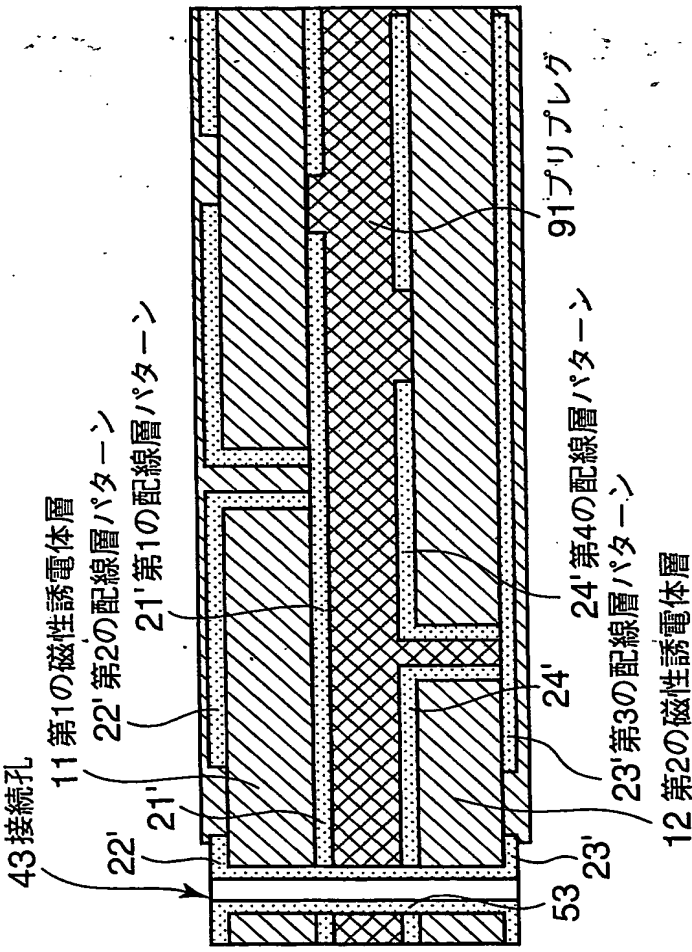
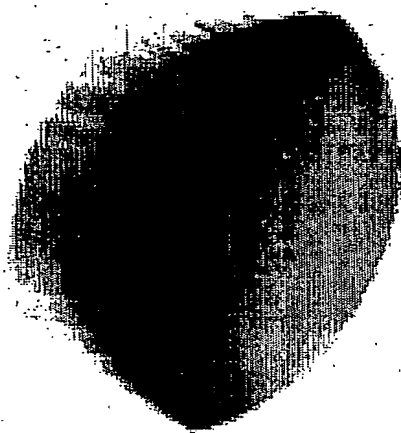


図 36



エキシマレーザー加工

図37B



一般的なレーザー加工  
(炭酸ガスレーザーなど)

図37A

携帯電話の一例

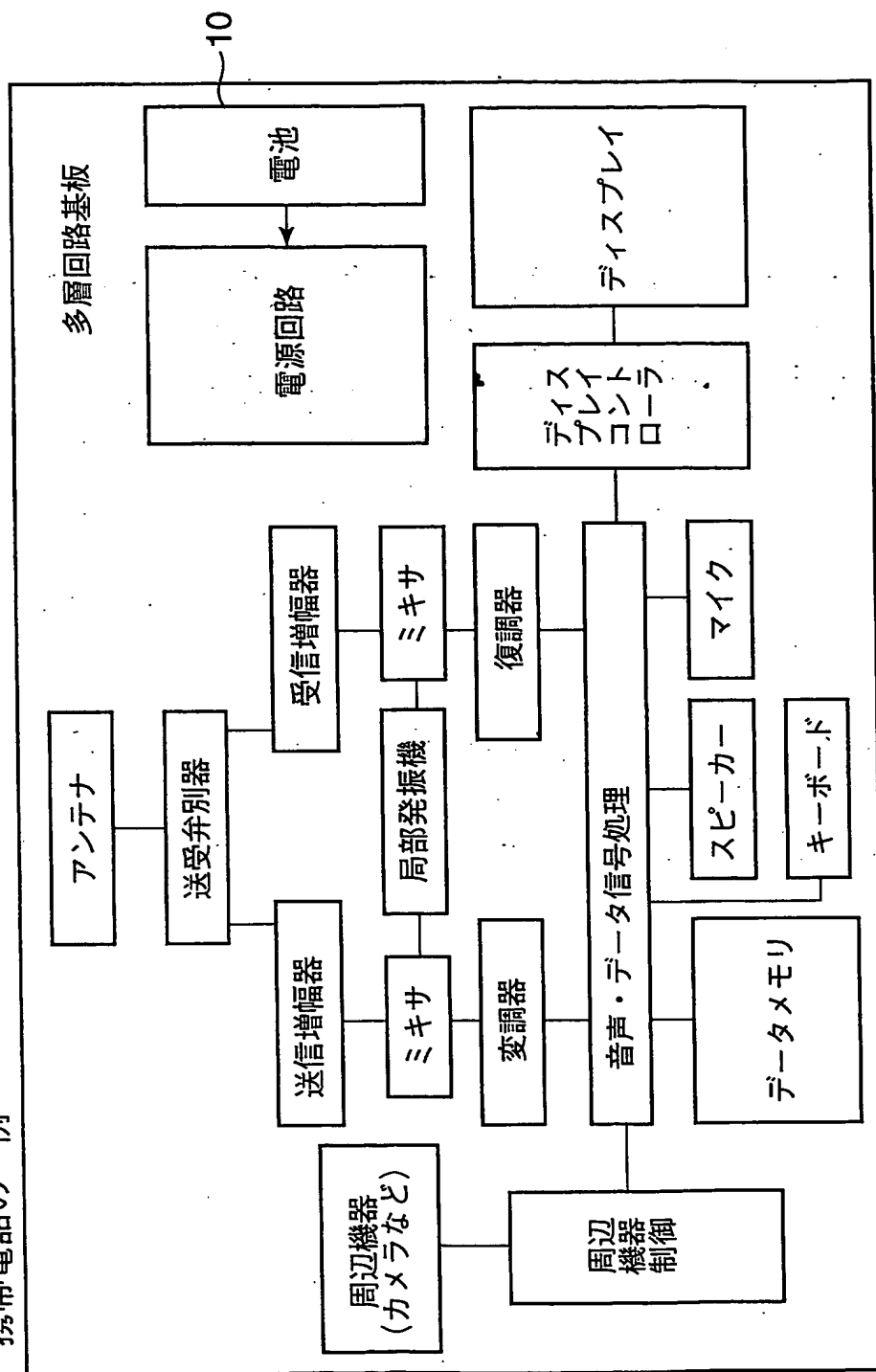


図 38



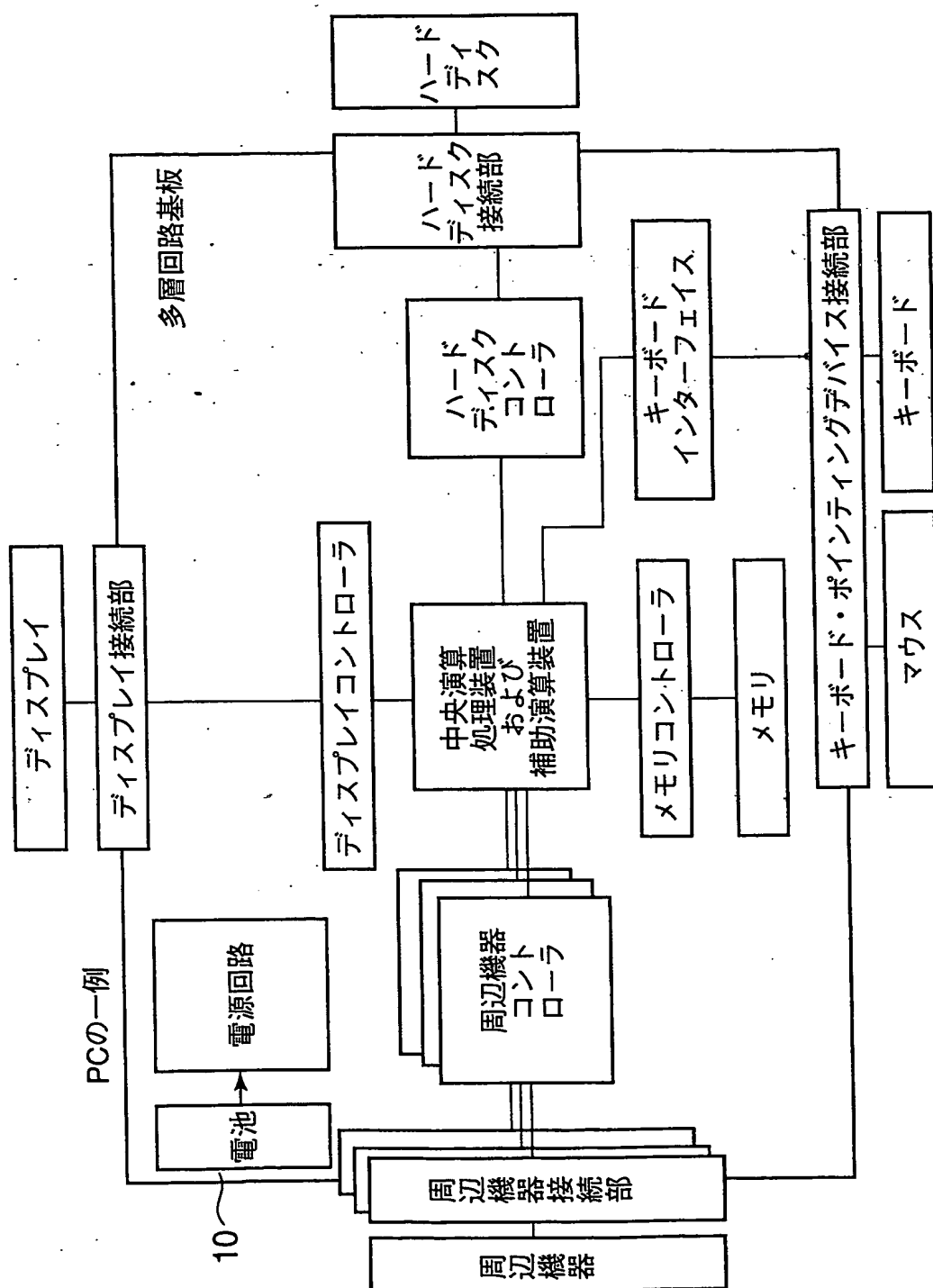


図 39

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/10687

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H05K1/03, 1/02, 3/00, 3/26, 3/42, 3/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H05K1/03, 1/02, 3/00, 3/26, 3/42, 3/46, H01P3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 8-78798 A (TDK CORP.), 22 March, 1996 (22.03.96), Figs. 6 to 7 (Family: none)	1, 8-13, 33 2-7, 14-17, 19-20, 22, 28-32 18
X Y A	EP 1113459 A2 (TDK CORP.), 04 July, 2001 (04.07.01), Figs. 9 to 10 & JP 2001-189535 A & JP 2001-247733 A & US 2002/132898 A1	1, 8-13, 21, 23, 33 2-7, 14-17, 19-20, 22, 24-32 18
Y	JP 2000-183540 A (NEC Corp.), 30 June, 2000 (30.06.00), (Family: none)	2-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 25 November, 2003 (25.11.03) Date of mailing of the international search report 09 December, 2003 (09.12.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.


## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/10687

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 388980 A2 (MITSUBISHI MINING & CEMENT CO., LTD.), 26 September, 1990 (26.09.90), & JP 2-249294 A & US 5029043 A	5-7
Y	JP 10-304422 A (NEC Shizuoka, Ltd.), 13 November, 1998 (13.11.98), (Family: none)	14-17, 24-27, 29-32
Y	JP 2002-217551 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 02 August, 2002 (02.08.02), Par. Nos. [0004] to [0005] (Family: none)	19-20
Y	JP 5-48271 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 26 February, 1993 (26.02.93), (Family: none)	22, 28-32
A	JP 2002-134880 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 10 May, 2002 (10.05.02), (Family: none)	18
A	JP 2000-208943 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 28 July, 2000 (28.07.00), (Family: none)	1-33
A	JP 2001-77539 A (TDK CORP.), 23 March, 2001 (23.03.01), (Family: none)	1-33

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>7</sup> H05K		1/03, 3/00,	1/02, 3/26, 3/42, 3/46
B. 調査を行った分野			
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))			
Int. Cl <sup>7</sup> H05K		1/03, 3/00,	1/02, 3/26, 3/42, 3/46,
H01P		3/08	
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの			
日本国実用新案公報 1922-1996年			
日本国公開実用新案公報 1971-2003年			
日本国登録実用新案公報 1994-2003年			
日本国実用新案登録公報 1996-2003年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求の範囲の番号
X Y  A	JP 8-78798 A (ティーディーケイ株式会社) 1996.03.22, 第6-7図 (ファミリーなし)		1,8-13,33 2-7,14-17, 19-20,22, 28-32 18
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 25.11.03		国際調査報告の発送日 09.12.03	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 落合 弘之  3S 2921 電話番号 03-3581-1101 内線 6222	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	EP 1113459 A2 (TDK CORPORATION) 2001. 07. 04, 第9-10図	1, 8-13, 21, 23, 33
Y	& JP 2001-189535 A & JP 2001-247733 A & US 2002/132898 A1	2-7, 14-17, 19-20, 22, 24-32
A		18
Y	JP 2000-183540 A (日本電気株式会社) 2000. 06. 30 (ファミリーなし)	2-4
Y	EP 388980 A2 (MITSUBISHI MINING&CEMENT CO., LTD.) 1990. 09. 26 & JP 2-249294 A & US 5029043 A	5-7
Y	JP 10-304422 A (静岡日本電気株式会社) 1998. 11. 13 (ファミリーなし)	14-17, 24-27, 29-32
Y	JP 2002-217551 A (凸版印刷株式会社) 2002. 08. 02, 段落【0004】-【0005】 (ファミリーなし)	19-20
Y	JP 5-48271 A (株式会社村田製作所) 1993. 02. 26 (ファミリーなし)	22, 28-32
A	JP 2002-134880 A (日立化成工業株式会社) 2002. 05. 10 (ファミリーなし)	18
A	JP 2000-208943 A (松下電器産業株式会社) 2000. 07. 28 (ファミリーなし)	1-33
A	JP 2001-77539 A (ティーディーケイ株式会社) 2001. 03. 23 (ファミリーなし)	1-33